ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MARS 1927.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES BARROIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Émile Picard**, en déposant sur le bureau le volume intitulé : *Sadi Carnot; biographie et manuscrit,* s'exprime comme il suit :

En 1878, M. Hippolyte Carnot faisait don à l'Académie des Sciences de quelques papiers de son frère Sadi Carnot, comprenant le manuscrit du Mémoire intitulé *Réflexions sur la puissance motrice du feu* et d'autres autographes inédits.

Le livre sur la puissance motrice du feu fut imprimé pour la première fois en 1824, mais cet ouvrage célèbre, qui a ouvert à la science des voies entièrement nouvelles, avait été tiré à peu d'exemplaires, et il était resté longtemps inconnu, malgré un commentaire de Clapeyron en 1834. Sir William Thomson, qui fut un des premiers à signaler l'importance fondamentale du Mémoire de Carnot, aimait à raconter les vains efforts qu'il fit à Paris en 1844 pour le trouver; c'était toujours, disait-il, un volume de Sociologie d'Hippolyte Carnot, que lui présentaient les libraires auxquels il s'adressait.

Les *Réflexions sur la puissance motrice du feu* ont été réimprimées en 1872 dans les *Annales de l'École Normale supérieure*, et en 1878 paraissait un extrait des Notes restées jusque-là inédites. L'Académie a pensé qu'il y avait le plus grand intérêt pour l'histoire de la science à ce que ces Notes posthumes fussent publiées dans leur intégrité; c'est le principal objet du présent Volume. Dans son Mémoire de 1824, Sadi Carnot raisonne encore dans l'hypothèse généralement admise à cette époque que le calorique serait un agent indestructible, susceptible de passer d'un corps à un autre ou de rester latent; il ne lui échappe pas cependant que les principes de la

théorie de la chaleur auraient besoin de l'examen le plus attentif, et il écrit que la base sur laquelle repose cette théorie ne lui paraît pas inébranlable. On ne peut savoir exactement à quelles dates ont été écrites les Notes dont on va lire le texte complet; il semble toutefois à certains indices que plusieurs d'entre elles soient de la même époque que le Mémoire de 1824, et l'on se rappelle que leur auteur fut enlevé en 1832 par une mort prématurée.

Nous ne pouvons douter que Sadi Carnot ait découvert, non seulement ce que l'on appelle communément le second principe de la thermodynamique, mais aussi le premier principe ou principe de l'équivalence de la chaleur et du travail, et Lord Kelvin a pu dire très justement qu'il n'est rien de plus grand dans la science que l'œuvre de Sadi Carnot. Que de tâtonnements eussent été évités dans la fondation de l'Énergétique, si les Notes posthumes de l'auteur des *Réflexions sur la puissance motrice du feu* avaient été publiées quelques années après sa mort!

On reproduit au début de ce Volume la lettre dans laquelle Hippolyte Carnot fait don à l'Académie des papiers inédits de son frère, ainsi que la Notice biographique qu'il lui a consacrée. Quant aux Notes posthumes, elles sont publiées ici sous deux formes différentes : tout d'abord une reproduction photographique complète de ces précieux fragments, et ensuite un texte imprimé dont la lecture est plus facile en quelques passages.

Dans une Note des *Comptes rendus* du 17 mars 1919, M. C. Raveau, qui avait pu consulter les manuscrits de Carnot, a appelé l'attention sur une page d'une importance capitale, où est tracé le plan d'une expérience réalisée par Joule et Thomson en 1854. Il y a montré en outre comment Carnot a calculé l'équivalent mécanique de la chaleur, et il a comparé les méthodes suivies pour ce calcul par Carnot et plus tard par Robert Mayer. M. C. Raveau s'est efforcé aussi de retrouver dans quel ordre chronologique ont dû se suivre les différentes parties du manuscrit. Il a, sur ma demande, exposé ces différents points dans la Notice qui précède la reproduction.

La librairie Gauthier-Villars, désirant s'associer à l'hommage que l'Académie rend à la mémoire de Sadi Carnot, a donné tous ses soins à la reproduction du manuscrit, et a édité avec luxe cet Ouvrage. Nous sommes heureux de l'en remercier ici.

CHIMIE MINÉRALE. — *Propriétés réductrices du glucinium. Isolement du baryum, du magnésium, du potassium et de l'aluminium.* Note de M. C. MATIGNON et de Mlle G. MARCHAL.

La grande chaleur d'oxydation du glucinium (¹) ($140^{cal},15$ pour un atome d'oxygène) impose à ce métal des propriétés très réductrices. Nous en avons fait l'application à la réduction de quelques oxydes.

I. *Action sur la baryte.* — La chaleur de formation de la baryte est inférieure à celle de la glucine, en outre le baryum est volatil alors que le glucinium n'émet aucune vapeur sensible. Le glucinium devait permettre d'isoler le baryum.

On comprime en pastilles solides un mélange intime de baryte et de glucinium en léger excès et on le chauffe dans le vide à 1220-1230°. A cet effet, ces pastilles sont placées dans un tube en fer fermé à l'une de ses extrémités et disposé dans l'intérieur d'un four électrique horizontal à tube, de manière que les pastilles se trouvent dans la région centrale du four, tandis que l'extrémité libre du tube en fer se prolonge dans les régions les moins chauffées du tube en porcelaine.

Le baryum mis en liberté distille et vient se condenser dans les régions froides du tube en fer, 3 parties de baryte et 0,24 de glucinium chauffées pendant une heure et demie ont permis de détacher du tube 1,4 partie de baryum.

L'analyse du produit résiduaire établit entre la baryte restante et le glucinium, tant sous forme de glucine que sous forme de métal libre, un rapport égal à 4,4. On en déduit que le baryum total mis en liberté correspond à 1,7 partie (fraction détachée 1,4 partie).

Après 1 heure 30 minutes de chauffe à 1220°-1230°, la subtitution du glucinium au baryum représentait 63 pour 100 de la réduction totale.

II. *Magnésie.* — Fichter et Brunner [2] ont déjà montré que le glucinium réduisait la magnésie à 1900°. La magnésie a une chaleur de formation un peu supérieure à celle de la glucine, mais la facile volatilité du magnésium compense l'infériorité thermique du glucinium [3]; aussi avons-nous pensé que la réaction devait se produire à plus basse température. Elle a été étudiée en opérant comme précédemment.

(¹) C. MATIGNON et Mlle MARCHAL, *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 927.
(²) *Zeit. an. Chemie*, **93**, 1910, p. 84.
(³) C. MATIGNON, *Comptes rendus*, **156**, 1913, p. 1536.

On a employé pour 1 partie de magnésie 0,3 partie de glucinium (quantité théorique 0,225) et l'on a chauffé pendant 2 heures 15 minutes à 1275°-1280°.

Le magnésium est complètement mis en liberté comme le démontre l'analyse du produit résiduaire dans lequel on ne retrouve que le léger excès de glucinium.

Le magnésium qui s'est condensé en dehors du tube en fer, adhère fortement au tube de porcelaine sur lequel il s'est moulé, en formant un enduit épais cristallin.

III. *Chaux*. — La chaleur de formation de la chaux est supérieure à celle de la glucine, mais le calcium est un métal volatil de telle sorte qu'on pouvait espérer obtenir la mise en liberté du calcium. On a d'abord chauffé pendant 2 heures à 1230°, puis pendant 1 heure à 1280°. Aucun calcium ne distille au cours de l'opération. Les pastilles initiales prennent une teinte plus foncée qui paraît correspondre à la formation d'un sous-oxyde de calcium décomposable immédiatement par l'eau froide avec dégagement d'hydrogène. Ces propriétés concordent avec celles qui ont été signalées par M. Guntz [1] pour les sous-oxydes de baryum et de calcium.

IV. *Potasse*. — La potasse débarrassée de son excès d'eau par fusion et mêlée grossièrement avec le glucinium pulvérisé (2 parties de potasse pour 0,5 partie de glucinium) est chauffée progressivement dans le vide.

La réaction exothermique

$$KOH + Gl = GlO + H + K$$

se produit brutalement vers 700°, il y a dégagement d'hydrogène et de vapeurs de potassium qui se condensent dans les parties froides du tube en porcelaine et même à l'entrée de la canalisation reliant le four à la pompe.

La réaction est complète. On retrouve dans le résidu la glucine et le glucinium mis en excès. Tout le potassium s'est dégagé subitement de la potasse.

V. *Alumine*. — Le glucinium et l'aluminium ont des volatilités comparables mais la chaleur d'oxydation du glucinium l'emporte sensiblement sur celle de l'aluminium. Le glucinium doit donc libérer l'aluminium de son oxyde.

Pour 2 parties d'alumine on remploie une demi-partie de glucinium

(1) *Annales Chim.*, 8e série, 10, 1907, p. 440.

(quantité théorique 0,53). Après 2 heures 40 minutes de chauffe à 1280°, on a dosé dans le produit de la réaction les métaux libres par une attaque à l'acide chlorhydrique très étendu, le glucinium restant et l'aluminium mis en liberté se dissolvent seuls (GlO et Al^2O^3 sont insolubles). On a constaté que l'aluminium et le glucinium se trouvaient dans la proportion de 7 parties d'aluminium pour 2 parties de glucinium (avec une erreur sur le dosage du glucinium pouvant atteindre un maximum de $\frac{1}{10}$).

Le glucinium se substitue donc à l'aluminium dans son oxyde comme il était permis de le prévoir. Le glucinium est donc plus réducteur que l'aluminium, il peut se substituer à ce dernier dans toutes les réactions aluminothermiques en manifestant une plus grande activité chimique.

En résumé, le glucinium nous a permis d'isoler le baryum, le magnésium, l'aluminium de leurs oxydes, le potassium de son hydroxyde et de transformer la chaux en sous-oxyde de calcium.

GÉOLOGIE. — *Sur le problème tectonique de la Vanoise et du Mont-Pourri (Alpes de Savoie).* Note de M. **Pierre Termier**.

Le problème tectonique de la Vanoise et du Mont-Pourri a été posé en 1913 par Jean Boussac ([1]) à la suite d'observations faites par lui aux environs de Tignes et dans la région de Peisey. Une Note posthume ([2]) de ce jeune et regretté géologue, publiée en 1916, est relative à la même question et expose quelques faits nouveaux observés en 1914 au sud-ouest de la Vanoise, près du col de Chavière. Jean Boussac émettait l'idée que « les massifs de la Vanoise et du Mont-Pourri sont constitués par une nappe de recouvrement distincte de celle du Grand-Saint-Bernard, plus élevée, plus métamorphique, originaire par conséquent d'une zone plus interne ». Il proposait d'appeler *nappe du Mont-Pourri* cette nappe supplémentaire et de lui donner le symbole IV′ dans la série des nappes numérotées par Émile Argand.

L'impression de Jean Boussac a été partagée par quelques géologues, en

---

([1]) Jean Boussac, *Sur la constitution géologique de la Haute-Tarentaise* (*Comptes rendus*, 157, 1913, p. 658); *Feuille de Tignes au* $\frac{1}{50000}$ (*Bull. des Serv. de la Carte géol. de la France*, 23, 1913-1914, p. 195).

([2]) Jean Boussac, *Sur l'existence entre Modane et le col de Chavière d'une fenêtre faisant apparaître le Trias sous le Permien de la Maurienne* (*Comptes rendus*, 163, 1916, p. 708).

particulier par MM. Maurice Gignoux (¹) et Émile Haug (²). Par contre, M. Eug. Raguin, qui a repris en 1925 l'étude détaillée des deux régions de Modane et de Tignes, conclut en faveur de l'ancienne manière de voir : la Vanoise ne serait pas une unité tectonique distincte du Briançonnais (³). Et M. Rudolf Staub, dans l'un des profils qu'il vient d'ajouter à son *Bau der Alpen*, a dessiné la Vanoise comme je la dessine moi-même depuis 1907 : un simple anticlinal, déversé vers l'Est, de la nappe du Grand-Saint-Bernard ou du Briançonnais (⁴).

Le problème est donc clairement posé. Je me hâte de dire qu'il n'est point tout à fait résolu. Il y a cependant, à mon avis, de très fortes raisons de penser que la suggestion de Jean Boussac ne doit pas être retenue et que la Vanoise n'est pas une unité tectonique distincte. En disant la Vanoise, j'entends dire le système Vanoise, Becca-Motta, Aiguille-du-Midi, Mont-Pourri, système qui est, évidemment, indivisible.

La bande triasique du col de Chavière, interprétée par Jean Boussac comme apparaissant dans une *fenêtre* ouverte au travers du Permien, est en réalité, comme je l'ai dit en 1891, un synclinal couché vers l'Est. Le Trias de cette bande n'est pas *sous* le Permien, il est *dessus;* mais le bord ouest du synclinal est renversé jusqu'à l'horizontale et ce renversement a mis un chapeau de micaschistes permiens sur le Trias du point 2682, superposition singulière qui a donné l'idée de la *fenêtre*. L'étude de M. Raguin ne laisse plus aucun doute à ce sujet. J'ai moi-même revu avec M. Raguin le prolongement méridional, en face de Modane, de la bande triasique en question : c'est un synclinal évident, de nouveau rétabli dans sa position quasi verticale, extrêmement serré, et même broyé. Il se poursuit au delà de l'Arc, vers Notre-Dame de Charmeix et le col de la Roue, sans aucun caractère de *fenêtre*. De même, au nord du col de Chavière, il se prolonge, parfaitement continu, jusqu'à Pralognan; puis, tournant à Pralognan

---

(¹) M. Gignoux, *Révision de la feuille Saint-Jean-de-Maurienne au* $\frac{1}{80000}$ (*Bull. des Serv. de la Carte géol. de la France*, 28, 1923-1924, p. 18).

(²) Ém. Haug, *Contribution à une synthèse stratigraphique des Alpes occidentales* (*Bull. Soc. géol. de France*, 4ᵉ série, 25, 1925, p. 106).

(³) E. Raguin, *Nouvelles observations sur la région des Alpes françaises comprise entre Modane et Tignes. Bord de la Vanoise et des Schistes Lustrés* (*Bull. Soc. géol. de France,* 4ᵉ série, 25, 1925, p. 726).

(⁴) Rudolf Staub, *Der Bau der Alpen*. 25 *Querprofile* $\frac{1}{500.000}$. *Blatt* 2. *Westalpen* (*Beiträge zur geol. Karte der Schweiz*, N. F., Lief. 52, Spezialkarte, n° 105, 2, 1926).

d'une cinquantaine de degrés, il devient le faisceau de la Grande-Casse, de nouveau déversé vers l'intérieur de l'arc alpin, parfois jusqu'à l'horizontale. Il ne viendrait à personne l'idée de considérer le Trias de la Grande-Casse comme apparaissant en *fenêtre* sous le Permien métamorphique. L'hypothèse d'une *fenêtre* au col de Chavière doit donc être écartée.

D'ailleurs, si cette hypothèse était la vérité, la liaison de la Vanoise et du Houiller non métamorphique de la Maurienne n'en existerait pas moins : elle se ferait *par-dessus* le Trias du col de Chavière et non plus *par-dessous*. C'est ce Trias qui appartiendrait à une unité tectonique distincte, plus profonde que l'unité briançonnaise et donc d'origine plus externe; il appartiendrait à la nappe des Aiguilles d'Arves : conséquence qu'il suffit de montrer pour qu'on la juge absurde.

On ne doit pas dire : « Les terrains métamorphiques de la Vanoise sont charriés, sur tout leur bord occidental, sur le Houiller non métamorphique ou sur le Trias qui en constitue la couverture ([1]). » Voici comment il faut dire : « Sur tout son bord occidental, le Permien métamorphique de la Vanoise s'enfonce régulièrement sous sa couverture de Trias, ployée en un synclinal, ou en un faisceau synclinal multiple, au delà duquel le Permien métamorphique reparaît, à peine moins métamorphique dans son ensemble, parfois tout aussi métamorphique. » Car il y a presque identité de métamorphisme entre le Permien du glacier de la Vanoise et celui de la Becca-Motta, de part et d'autre du faisceau synclinal de la Grande-Casse; et, de même, identité de métamorphisme entre le Permien de la Pointe-de-l'Échelle et celui du col de Chavière; et les gneiss du Sappey, au-dessus de Fourneaux, sont tout aussi métamorphiques que ceux du Rateau dont ils sont séparés par la bande triasique descendue du col de Chavière.

La brusque terminaison, à Modane, de l'anticlinal de la Vanoise et des plis qui lui font cortège à l'Est, résulte de la submersion de tous ces plis sous la *nappe des gypses* et la nappe plus haute des Schistes Lustrés : phénomène mis en pleine lumière par M. Raguin ([2]). Cette brusque terminaison ne saurait donc être interprétée comme une preuve de l'indépendance de la Vanoise par rapport au Briançonnais. D'ailleurs, à l'aval de Modane, quand cesse la *nappe des gypses*, les terrains métamorphiques de la Vanoise ne s'arrêtent pas *brusquement :* ils passent latéralement, sur les deux rives de l'Arc, à des terrains peu métamorphiques ou non métamorphiques, et ce passage est rapide, mais non pas brusque.

([1]) Ém. Haug, *loc. cit.*, p. 106.

([2]) E. Raguin, *loc. cit.*, p. 703-711.

Un fait, signalé par moi il y a 36 ans, aurait pu servir d'argument en faveur de l'hypothèse de Jean Boussac : c'est la superposition indéniable, à Laisonnay (vallée du Doron de Champagny), du Permien métamorphique à du Houiller noir, renfermant de l'anthracite. Mais l'étude détaillée de ce point, faite par M. Raguin (1), nous a montré que l'on n'en peut tirer aucune conclusion décisive. Le Permien, plus métamorphique, dans son ensemble, que le Houiller sous-jacent, renferme cependant des assises où ne se décèle aucun métamorphisme, et les affleurements triasiques voisins peuvent aisément s'expliquer par des replis de la couverture triasique.

Les faits signalés par Jean Boussac en 1913, à Peisey et aux Brévières, sont plus impressionnants. Ils méritent d'être étudiés de nouveau, et je ne veux, aujourd'hui, que montrer la possibilité de les interpréter sans séparer la Vanoise du Briançonnais.

Peisey d'abord. Dans cette région, la carte géologique a été levée et dessinée par Marcel Bertrand. La teinte rose et les hachures rouges ont été par lui attribuées à tous les terrains, métamorphiques ou semi-métamorphiques, qui tiennent à l'ensemble Aiguille-du-Midi Mont-Pourri. Le métamorphisme a l'air, sur la carte, de s'arrêter à la bande triasique de l'Aiguille-Grive. Au delà de cette bande, le Houiller est figuré en noir comme exempt de tout métamorphisme. D'où l'apparence trompeuse que le Trias sépare deux unités profondément distinctes, l'une très cristalline, l'autre pas.

En réalité, il y a, au col de la Chale, d'après M. Neltner, des schistes d'aspect houiller et qui devraient, sur la carte, être teintés en noir, non en rose. D'autre part, dans le pays houiller qui dévale vers l'Isère, le métamorphisme est déjà appréciable. Le Trias sépare simplement deux régions *de la même unité tectonique* qui diffèrent par le degré du métamorphisme. Tout indique d'ailleurs que cette bande triasique est synclinale, et c'est bien ainsi que Marcel Bertrand l'a figurée dans ses coupes de 1894 : elle se poursuit, au Sud, par le col de la Frette, synclinal évident, et par le Trias du Mont-de-la-Guerre que l'on voit, au-dessus de Champagny, *reposer sur* du Permien métamorphique. Les apparences décrites par Boussac tiennent au fait que, au sud et à l'est de Peisey, l'anticlinal du Mont-Pourri se renverse au Nord-Ouest, et que ce renversement peut aller localement jusqu'à l'horizontale. C'est, avec un sens contraire dans le déversement, le même phénomène qu'au col de Chavière, produisant la même illusion.

Aux Brévières, il en est probablement de même. Les couches, ici, sont quasi horizontales. La description de Jean Boussac est si nette qu'on ne

(1) E. Raguin, *loc. cit.*, p. 721-725.

peut pas douter que le Trias n'apparaisse en *fenêtre* sous le Permien métamorphique. Mais l'horizontalité n'est que l'exagération locale du phénomène décrit par Marcel Bertrand : l'anticlinal du Mont-Pourri déversé vers l'Isère, en plusieurs digitations superposées sous lesquelles s'enfonce la masse immense des Schistes Lustrés. Les complications de détail et les contournements des assises sont tels que la pénétration profonde du Trias sous le Primaire n'a rien qui doive surprendre.

Je continue donc, jusqu'à plus ample informé, de croire que la Vanoise ne doit pas être séparée du Briançonnais. Elle est *cette région de la nappe briançonnaise qu'envahit graduellement le métamorphisme*.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les Radiophares tournants.* Note (¹) de M. André Blondel.

Les dispositifs de doubles rideaux d'antennes pour radiophares d'alignement (²) peuvent servir à construire aussi des radiophares tournants, donnant une précision de relèvement plus grande que les dispositifs essayés jusqu'ici (³) : il suffira de monter sur un chariot tournant à vitesse constante, les deux rideaux d'antennes en échelle ou en grecque, et d'exciter alternativement l'un et l'autre à des intervalles suffisamment rapides pour que le navigateur, connaissant la vitesse de rotation, puisse relever son gisement en notant le moment où il perçoit l'égalité des sons et en le rapportant à l'instant où il perçoit, d'autre part, un son de repérage spécial, émis automatiquement par une antenne indépendante quand le plan bissecteur des deux rideaux tournants passe par un point cardinal de repère (⁴).

Si l'on produit l'alternance d'émission des deux rideaux d'antennes deux

(¹) Séance du 7 mars 1927.

(²) Cf. A. Blondel, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 561.

(³) Notamment le radiophare tournant, installé à Douvres par la Société Marconi en 1925, et le rideau en grecque tournant de M. Mesny. Cet auteur a substitué le rideau au radiophare à cadre tournant que le général Ferrié et moi avions mis en essai dès 1919, par application d'un de mes brevets antérieurs (brevet français du 7 décembre 1912).

(⁴) Cet azimut de repérage pour chaque radiophare sera mentionné dans les répertoires des services hydrographiques, comme toutes les indications relatives à l'éclairage et au balisage des côtes.

ou trois fois par seconde, pour un appareil tournant à la vitesse d'un tour complet d'horizon en deux minutes, à chaque degré correspondra une alternance; l'erreur sur la détermination de l'égalité des sons pourra atteindre au plus 2 ou 3 degrés; cette précision peut être augmentée si le navigateur note, d'autre part, les instants où il commence à percevoir les émissions du premier pinceau tournant, puis du second, et où il cesse de percevoir les émissions du premier, puis du deuxième pinceau; la moyenne des quatre temps ainsi inscrits est à combiner, avec un coefficient convenable, avec la première détermination.

Les émissions alternatives peuvent être provoquées, comme je l'ai dit dans la précédente Note ([1]), en excitant alternativement, par un ou deux conducteurs fixes, les côtés horizontaux des deux rideaux placés l'un au-dessus de l'autre. On peut obtenir un résultat analogue en remplaçant les inverseurs par un tambour tournant en matière isolante, placé entre les deux éléments correspondants des deux rideaux et portant, suivant une génératrice, un fil de cuivre relié par deux bagues isolées et par des frotteurs au circuit oscillant générateur; les sons, au lieu de se succéder instantanément, varieront périodiquement entre le maximum et le minimum deux fois par tour de tambour ([2]).

Les dispositifs des rideaux considérés dans ma précédente Note, qui donnent un double pinceau symétrique à 180° du double pinceau tournant, conviennent aux radiophares situés sur une côte, en alignement droit ou présentant une concavité vers la mer; car, sans risquer une ambiguïté sur l'azimut, on utilisera le double pinceau symétrique émis à 180° au premier en signalant, pendant chaque demi-tour de l'appareil, des points cardinaux de repère affectés exclusivement au demi-tour d'horizon du côté de la mer.

Au contraire, si le radiophare fixe ou tournant est placé sur une partie saillante de la côte, et si l'on craint une erreur de 180° sur la direction, le type de rideau décrit devra être remplacé par un autre type, dont j'ai

---

([1]) *Loc. cit.*

([2]) Pour que les sons s'annulent franchement, il est bon d'établir les rideaux d'antennes de telle sorte que les ondes qu'ils émettent soient de signes opposés; à cet effet, on dispose le conducteur excitateur entre deux rideaux ayant des formes symétriques, par rapport au plan horizontal mené à égale distance entre eux; d'autre part, il est avantageux d'établir une coupure dans l'élément induit du rideau non utilisé pendant que l'induction sur l'élément correspondant de l'autre rideau passe par son maximum.

indiqué le principe en 1902 [1]. Il consiste en un réseau plan formé d'une série d'antennes verticales vibrant en quart d'onde, régulièrement espacées dans un plan et excitées par un même oscillateur avec des différences de phase correspondantes à l'intervalle qui les sépare; ces différences de phase sont justement égales aux pertes de phases que subit l'onde d'excitation se propageant depuis le poste émetteur le long d'un fil de connexion horizontal sur lequel sont fixées les antennes, dont les autres extrémités restent libres; cela revient à faire, dans la formule générale des réseaux, rappelée en note, $i = 90°$, d'où

$$\sin = x \frac{n\lambda}{e} - 1,$$

d'où

$$x = \pm \frac{\pi}{2};$$

l'émission a son maximum dans le plan du rideau.

M. Blondlot [2] a montré que pour produire ces excitations de phases décalées, on doit éviter la présence d'onde stationnaire dans le fil de connexion, en fermant le circuit par une grande résistance qui absorbe l'onde réfléchie.

---

(1) Cf. *Congrès de l'Association française : Congrès d'Angers*, 2, 1903, p. 374. Dans ce Mémoire, ainsi que le rappelait récemment M. Bouthillon (*Comptes rendus*, 183, 1926, p. 955), j'ai montré qu'on peut produire des ondes dirigées en transposant simplement dans le domaine hertzien la disposition des réseaux plans employés en optique pour la production d'ondes lumineuses planes dirigées. On trouve dans les traités d'optique (par exemple celui de Mascart, t. I, p. 349-365) l'expression de l'intensité obtenue en fonction du nombre et de l'équidistance des éléments, ainsi que les azimuts dans lesquels il y a concentration des ondes principales et secondaires émises par le réseau; quand les éléments sont très nombreux, les angles d'émission des faisceaux sont déterminés en fonction de l'incidence i, du pas d'espacement e des éléments, de leur rang n, de l'angle d'émission x et de la longueur d'onde λ par la relation bien connue

$$\sin i + \sin x = \frac{n\lambda}{e},$$

ou, si l'on appelle δ la différence de marche entre deux éléments émetteurs,

$$\delta + e \sin x = n\lambda;$$

cette relation s'applique sans changement au rideau d'antennes suffisamment nombreuses. M. Bouthillon a donné un exposé complet de la question dans un Mémoire récent (*L'onde électrique*, 5, 1926, p. 577).

(2) Cf. Blondlot et Dufour, *Comptes rendus*, 114, 1892, p. 347.

La concentration des ondes s'obtient dans une seule direction lorsqu'on choisit (comme je l'ai indiqué en 1903) un intervalle d'un quart d'onde entre les différentes antennes (¹), c'est-à-dire en faisant $e = \frac{\lambda}{4}$. La concentration, produite dans le plan du rideau, est d'autant meilleure qu'il comporte un plus grand nombre d'éléments, et on peut l'améliorer beaucoup, par application du principe général dû à M. Bellini (²), et utilisé aussi par M. Mesny et M. Bouthillon (³), en réglant l'amplitude d'oscillation de chaque petite antenne (⁴), proportionnellement à certains coefficients déduits du binome de Newton.

Cette résistance est à intercaler entre l'extrémité du conducteur distributeur alimentant les antennes et un autre conducteur horizontal formant retour à l'autre pôle de l'oscillateur. On peut avantageusement doubler le dispositif en alimentant, par le conducteur de retour, une seconde série d'antennes en quart d'onde, symétriques des premières par rapport au plan horizontal de symétrie, mené à égale distance entre ces deux conducteurs. Ces derniers forment ainsi une boucle, et les rideaux peuvent être à l'intérieur ou à l'extérieur de la boucle, pourvu que la distance entre les extrémités libres des antennes symétriques soit très faible, ou voisine de $2n\frac{\lambda}{4}$.

Au lieu de la méthode d'égalisation de deux sons alternatifs, on peut employer la méthode de zéro (si l'on se contente d'une moindre précision) en excitant simultanément les deux rideaux d'antennes en opposition de phase.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les gaz contenus dans les laitons, l'aluminium et ses alliages.* Note de MM. **Léon Guillet** et **Albert Roux**.

Nous poursuivons nos recherches sur les gaz contenus dans les produits métallurgiques (⁵). Les résultats, que nous présentons aujourd'hui et qui

---

(¹) On doit à M. de Bellescize (*Radioélectricité*, 4, 1923, p. 115) d'intéressantes recherches plus récentes sur ce dispositif d'antennes.

(²) Cf. Bellini, *The Electrician*, 125, 1914, p. 26, cité et complété dans l'*Onde électrique*, 5, 1926, p. 475.

(³) Ch. Bouthillon, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 955.

(⁴) Ce réglage pourra être fait en diminuant un peu la hauteur des antennes dont on veut affaiblir l'émission.

(⁵) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 717.

ont été obtenus avec l'appareil précédemment décrit, ont trait à certains laitons, à l'aluminium et à ses alliages.

1° *Laitons.* — Nous avons étudié deux laitons, l'un du type Cu = 67 pour 100, Zn = 33 pour 100; l'autre du type Cu = 60 pour 100, Zn = 40 pour 100. Ces laitons ont été fondus au four à creuset, laminés puis étirés par les procédés industriels ordinairement employés; ils ont donné les résultats suivants sur 10^{cm^3} de métal, sous forme d'éprouvette de $10 \times 10 \times 55^{mm}$ par chauffage à 720°, durant 2 heures, le temps nécessaire pour atteindre 720° étant de 1 heure.

Total du gaz dégagé [1].

Laiton (Cu = 67)........ $V = 5^{cm^3},3$, soit 0,55 du volume du métal;
Laiton (Cu = 60)........ $V = 3^{cm^3},7$, soit 0,39 du volume du métal.

Composition du gaz dégagé [2].

	CO^2.	CO.	H.	CH^4.	N [3].
Laiton (Cu = 67)......	14,16	13,6	65,4	0	7,4
Laiton (Cu = 60)......	8,6	0	56,4	0	43,6

Il est à noter que le dégagement gazeux ne commence qu'à 480° et était terminé à la fin de l'opération.

Nous avons comparé les propriétés de ces laitons recuits à l'air et recuits dans le vide (dans les deux séries d'expériences, la température a été de 720° et la durée de 2 heures).

Métal.	État.	Résilience.	Dureté.
Laiton (Cu = 67)	Recuit à l'air...............	8,3	68
	Recuit dans le vide..........	9,4	80
Laiton (Cu = 60)	Recuit à l'air...............	7,6	93
	Recuit dans le vide..........	7,3	85

Ces résultats paraissent contradictoires. En réalité, ils ont peu de valeur; car il y a volatilisation du zinc par recuit dans le vide.

Dans une autre expérience, nous avons porté le métal à l'état liquide, en le chauffant, avec une vitesse de 7° par minute, jusqu'à 1040°.

Le dégagement gazeux commence à 530°, il passe par un maximum entre

(1) Tous les volumes de gaz ont été ramenés à la température de 0° et à une pression de 760^{mm} de mercure.

(2) En volume.

(3) Par différence.

720° et 790°; il se dégage, à ce moment, $0^{cm^3},34$ en 10 minutes pour un volume de métal de $11^{cm^3},3$; on note un second maximum plus important entre 930° et 980°; le dégagement atteint alors $2^{cm^3},05$ en 10 minutes.

A 1040°, le dégagement gazeux est complètement achevé.

Au total, on a recueilli $5^{cm^3},4$ de gaz, donnant le rapport $\frac{\text{volume gaz}}{\text{volume métal}} = 0,5$.

La composition trouvée a été :

$$CO^2 = 19; \quad CO = 9,5; \quad H = 35,9; \quad CH^4 = 22,2; \quad N\,(^1) = 13,4.$$

La vitesse du dégagement des gaz semble donc importante au passage par le point de transformation et au moment même de la fusion.

2° *Aluminium.* — L'essai a porté sur un aluminium renfermant 0,6 pour 100 de silicium et de fer, se présentant sous forme d'un barreau cylindrique ayant un diamètre de 8^{mm}, et une longueur de 128^{mm}. Le métal a été chauffé à 550°, le temps pour atteindre cette température étant de 30 minutes et la durée de chauffage à 550° étant de 2 heures et demie.

Le dégagement gazeux commença à 400° et était terminé à la fin de l'opération. On a trouvé un volume total de gaz de $0^{cm^3},96$ représentant 0,14 du volume du métal.

Ce gaz a pour composition (en pour 100) :

$$CO^2 = 20; \quad CO = 12; \quad H = 68,0; \quad N = 0.$$

Le métal recuit à l'air ou dans le vide a les mêmes propriétés :

	Essai de traction.			
	Charge de rupture en kg/mm².	Allongements p. 100.	Striction p. 100.	Résistivité.
Recuit à l'air.............	8,5	31	80	3,2 microhms
Recuit dans le vide.......	8,4	31	85	$3^{cm^3},16$

En opérant sur des tournures, nous avons trouvé les mêmes résultats (l'état de division n'a donc pas d'influence sur le dégagement gazeux).

Nous avons fait une nouvelle expérience en portant l'aluminium au delà de son point de fusion (dans un tube de quartz) avec une vitesse de chauffage de 7° par minute.

Le dégagement gazeux commence à 360°; il passe par un maximum très

---

(1) Par différence.

accusé entre 620° et 690° (on a trouvé $4^{cm^3},3$ en 10 minutes pour un volume de métal de 9^{cm^3}). La température a été portée jusqu'à 820°.

Le volume total des gaz extraits a atteint $14^{cm^3},32$, donnant le rapport

$$\frac{\text{volume gaz}}{\text{volume métal}} = 1,59.$$

La composition de ces gaz était la suivante (en pour 100) :

$CO^2 = 31,7$, $CO = 2,45$, $H = 26,00$, $CH^4 = 26,00$, $N = 3,25$.

3° *Duralumin.* — Enfin, une autre série d'expériences a été faite sur le duralumin, en partant d'un volume de $10^{cm^3},3$ sous forme d'une éprouvette de traction ayant un diamètre de $9^{mm},3$.

L'alliage a été chauffé à 500° durant 2 heures et demie; il a fallu en outre 30 minutes pour atteindre 500°. On a observé un dégagement gazeux de $2^{cm^3},19$, soit 0,23 du volume du métal.

Le gaz a pour composition :

$CO^2 = 0$, $CO = 9$ pour 100, $H = 91$ pour 100, $N = 0$.

Le dégagement gazeux commença vers 500° et était terminé à la fin de l'expérience.

Le métal a été essayé, d'une part, à l'état brut; d'autre part, après recuit à l'air, trempe à l'eau à 475° et vieillissement à + 20°, durant 15 jours; et enfin, après recuit dans le vide, suivi du même traitement.

Les résultats obtenus sont les suivants :

	Essai de traction :			
État du barreau avant trempe et vieillissement.	R.	E.	A %.	Σ.
Brut	39,5	25,4	17	27
Recuit à l'air durant 2 heures 30 à 500°	37,7	23	21	35
Recuit dans le vide durant 2 heures 30 à 500°	35,8	21	24	30

Il y a donc plutôt un léger adoucissement du métal par recuit dans le vide. Nous continuons nos recherches.

M. E. Leclainche fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. C. Bidault intitulé *Conservation de la viande et du poisson*, pour lequel il a écrit une *Préface*.

En présentant à l'Académie la *Statistique mathématique* de M. **Ch. Jordan**, qui vient de paraître à la maison Gauthier-Villars, et dont il a écrit la *Préface*, M. **d'Ocagne** dit que l'auteur, qui est un véritable mathématicien, est en même temps, en ce qui concerne les matières dont il traite, un technicien éprouvé, très exactement instruit des besoins de la pratique et s'étant rendu compte des meilleurs moyens d'y satisfaire. Ce qu'il a voulu avant tout, très évidemment, c'est mettre entre les mains du lecteur ce qu'on peut appeler « l'outil statistique ».

Au point de vue mathématique, il ne s'est pas contenté de faire connaître, sous une forme d'ailleurs très claire et très simple, les propriétés essentielles des polynomes classiques de Legendre et d'Hermite; il a, en outre, introduit, à côté de ceux-ci, d'autres polynomes à la considération desquels ne s'attache pas un moindre intérêt. Alors, en effet, que les premiers fournissent des développements applicables à la représentation des observations statistiques dans le cas de variables continues, les nouveaux polynomes de M. Jordan jouent le même rôle dans le cas des variables discontinues, ce qui n'est pas un mince avantage, attendu que, les fréquences statistiques n'étant définies que pour certaines valeurs de la variable, les méthodes fondées sur l'emploi des variables continues conduisent souvent à des résultats inacceptables.

M. **Émile Picard** dépose sur le Bureau le tome IV des Œuvres d'Alessandro Volta. Edizione nazionale sotto gli auspici della Reale Accademia dei Lincei e del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere.

PLIS CACHETÉS.

MM. les Exécuteurs testamentaires de M. **Henri Rovel** demandent l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 28 juillet 1913 et inscrit sous le n° 8067.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *La Météorologie doit avoir pour base l'étude des courants magnétiques.*

(Renvoi à l'examen de M. M. Brillouin.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les systèmes d'équations aux dérivées partielles, par Maurice Janet. Fascicule XXI du *Mémorial des Sciences mathématiques*. (Présenté par M. Hadamard.)

GÉOMÉTRIE. — *La cubique indicatrice de l'élément linéaire projectif d'une surface*. Note de M. **Beniamino Segre**, présentée par M. E. Borel.

1. Dans cette Note j'expose une nouvelle méthode par laquelle on peut étudier au point de vue projectif le voisinage d'un point sur une surface. Je retrouve ainsi, d'une manière simple et uniforme, les principaux éléments géométriques connus relatifs à cette étude, et j'en ajoute de nouveaux.

2. Considérons sur une surface (S) non réglée de l'espace ordinaire, un point O générique : soient ω le plan tangent à (S) en O, et r, s les droites tangentes en O aux deux asymptotiques de la surface qui passent par ce point. Considérons toutes les surfaces du troisième ordre qui coupent (S) suivant une courbe ayant O comme point quintuple : elles forment *un système linéaire* ∞^4, que nous dirons Σ. Dans Σ on a un système linéaire ∞^3 de surfaces qui contiennent comme partie le plan ω : donc toutes les autres surfaces de Σ coupent ce plan suivant *une même courbe* Γ *du troisième ordre*.

3. La courbe Γ passe doublement par le point O, en y touchant les droites r et s. Elle a donc trois points d'inflexion, situés sur une même droite g; cette droite est *la deuxième droite de Green*. Les trois droites qui joignent O aux trois points d'inflexion de Γ, sont *les trois tangentes de Darboux* relatives au point O [1].

---

[1] Naturellement, à côté de chacune de nos propositions, on peut tout de suite en énoncer une autre, en vertu de la loi de dualité. Par exemple aux tangentes de Darboux correspondent par dualité les *tangentes de Segre*, qui ne sont autre chose que les tangentes conjuguées des précédentes. Les trois droites de Segre coupent Γ, outre qu'en O, en trois points qui déterminent un *triangle invariant;* ses côtés passent chacun par un des trois points d'inflexion de Γ, et O et g sont mutuellement *polaires* par rapport au triangle considéré.

Considérons sur la surface (S) un point O′ quelconque infiniment voisin de O. La droite OO′ est dans le plan tangent ω, et coupe g en un point G, et Γ (outre qu'en O) en un point G′. Eh bien, en ne considérant que les infiniment petits du premier ordre, *l'élément linéaire projectif* OO′ *est égal aux* $\frac{3}{2}$ *du rapport anharmonique* (OGO′G′).

4. Prenons un point P quelconque de l'espace, et considérons le système linéaire des quadriques polaires de P par rapport aux différentes surfaces de Σ. Toutes ces quadriques coupent le plan ω seulement suivant un *faisceau de coniques;* ce faisceau contient toujours la conique (r, s) décomposée dans les deux droites r, s, et ne change pas lorsque le point P varie tout en restant sur une droite p passant par O. En correspondance aux différentes droites p de l'espace qui passent par O, on a ainsi en ω ∞^2 faisceaux de coniques, qui constituent un *système linéaire* ∞^3 *de coniques* que nous dirons Ξ (1).

Il y a dans Ξ *une* conique qui contient comme partie la droite g : la partie ultérieure de cette conique est une autre droite d, qui coupe g en un point K. La droite OK est *la deuxième tangente canonique*, et le faisceau de droites de centre K est *le deuxième faisceau canonique*. On peut définir une droite quelconque de ce faisceau au moyen du rapport anharmonique λ qu'elle forme avec les droites g, d et OK : on a ainsi *la deuxième normale projective de Fubini, la deuxième directrice de Wilczynski, le deuxième axe de la surface, et les deux deuxièmes droites principales*, respectivement pour les valeurs $\frac{5}{3}$, $\frac{1}{3}$, -1, 2 et 3 dudit rapport anharmonique λ.

5. Les coniques enveloppes qui sont apolaires aux différentes coniques de Ξ forment *un faisceau tangentiel de coniques* que nous indiquerons par la lettre Φ. L'involution subordonnée par Φ dans le faisceau canonique a pour éléments doubles les droites g et d : la conique de Φ qui est tangente à la droite g passe donc par K. La droite l polaire de O, par rapport à la dernière conique considérée, est une droite invariante fort remarquable, puisque généralement elle ne passe pas par K ni par O. *La droite l coïncide avec la droite polaire de* K *par rapport à* Γ.

6. Les droites polaires de O par rapport aux différentes coniques de Φ enveloppent une nouvelle conique C. Cette conique est tangente aux trois

(1) Ladite correspondance entre les droites p de l'espace qui passent par O, et les faisceaux de coniques de Ξ qui contiennent (r, s) est *projective*.

droites r, s et l; O et g sont mutuellement polaires par rapport à C [1]. On peut voir que :

Si l'on définit dans le plan ω une métrique non Euclidienne en prenant C *comme conique absolu, cette métrique au voisinage du point* O *coïncide avec la métrique projective de Fubini de la surface* (S).

La conique C fournit ainsi une très simple définition géométrique de la forme quadratique absolue φ_2.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des équations différentielles qui généralisent l'équation de Lamé.* Note de M. **Pierre Humbert**, transmise par M. Appell.

J'ai montré l'an dernier [2] qu'un changement de variables approprié, dans l'espace à quatre dimensions, conduisait à des fonctions de Laplace vérifiant l'équation [3]

$$\frac{d^2 y}{d\theta^2} + (A + B\cos^2\theta + C\cos^4\theta)y = 0 \tag{1}$$

qui généralise l'équation de Mathieu

$$\frac{d^2 y}{d\theta^2} + (A + B\cos^2\theta)y = 0.$$

On peut, d'une manière analogue, obtenir des équations nouvelles qui généralisent l'équation de Lamé.

Partons du faisceau d'hyperquadriques homofocales, tangentes au plan de l'infini,

$$\frac{x_1^2}{\lambda - a} + \frac{x_2^2}{\lambda - 1} + \frac{x_3^2}{\lambda} - 2x_4 - \lambda = 0,$$

---

[1] Ces conditions déterminent la conique C d'une façon *unique*.

Les deux droites tangentes de C qui passent par K forment un faisceau harmonique avec les droites g et KO : cependant le rapport anharmonique λ (n° 4) relatif à l'une d'entre elles n'est pas une constante numérique, c'est-à-dire que, en général, il change avec le point O de la surface.

[2] *Some hyperespace harmonic analysis problems introducing extensions of Mathieu's equation* (*Proceedings Royal Society Edinburgh*, 46, 1925-1926, 2e partie, p. 206).

[3] Les propriétés de cette équation ont été étudiées par Whittaker (*Proceedings Edinburgh Math. Soc.*, 33, 1914-1915, p. 15) et Ince (*Proc. London Math. Soc.*, 23, 1923, p. 56).

qui donne le changement de variables

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} x_1 &= \sqrt{\frac{(\rho-a)(\mu-a)(\nu-a)(\sigma-a)}{a(1-a)}},\\ x_2 &= \sqrt{\frac{(\rho-1)(\mu-1)(\nu-1)(\sigma-1)}{a-1}},\\ x_3 &= \sqrt{\frac{\rho\mu\nu\sigma}{-a}},\\ x_4 &= -\frac{\rho+\mu+\nu+\sigma-a-1}{2}.\end{aligned}\right.$$

L'équation de Laplace s'écrira sans difficulté, le système étant orthogonal; et la disjonction des variables amènera à quatre équations du type

$$\sqrt{\rho(\rho-1)(\rho-a)}\frac{d}{d\rho}\left[\sqrt{\rho(\rho-1)(\rho-a)}\frac{dR}{d\rho}\right]+(\alpha+\beta\rho+\gamma\rho^2)R=0,$$

ce qui, en posant

$$e_1=\frac{2a-1}{3},\qquad e_2=\frac{2-a}{3},\qquad e_3=-\frac{a+1}{3},\qquad \rho=pu+\frac{a+1}{3},$$

donne

$$(3)\qquad \frac{d^2R}{du^2}+(A+Bpu+C^2pu)R=0,$$

équation à coefficients doublement périodiques qui est à l'équation de Lamé ce que (1) est à celle de Mathieu.

De même, le changement de variables dans l'espace à cinq dimensions défini par les équations (2) auxquelles on adjoint

$$x_5=\tau$$

conduira à

$$(4)\qquad \frac{d^2R}{du^2}+(A+Bpu+Cp^2u+Dp^3u)R=0.$$

Les équations (3) et (4) se rattachent, par dégénérescence, aux équations de Lamé d'ordre supérieur définies par Heine, dans lesquelles les variables sont hyperelliptiques. L'équation (4) est spécialement intéressante; si l'on y pose

$$R=e^{hpu}y,$$

h étant une constante convenable, on la met sous la forme

$$y''+2hp'uy'+(\alpha+\beta pu+\gamma p^2u)y=0;$$

et, lorsque γ a la valeur particulière $-8nh$, n étant un entier quelconque, on peut toujours déterminer α et β en fonction de h de façon que cette équation soit satisfaite par un polynome entier en pu, d'ordre n. La constante β est donnée, en fonction de h, par une équation de degré $(m+1)(2m+1)$ si $n=2m$, et $(m+1)(2m+3)$ si $n=2m+1$; la constante α, par une équation de degré $m(m+1)(2m+1)$ ou $(m+1)^2(2m+1)$ suivant les cas. On peut aussi déterminer α, β et h de façon que l'équation soit satisfaite par un polynome en pu multiplié par un, deux ou trois des radicaux $\sqrt{pu-e_i}$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation d'une fonction par un ensemble de fonctions et sur les équations intégrales qui en résultent.* Note de M. **Octave Onicescu**, transmise par M. Émile Borel.

1. Un ensemble de fonctions de M (de coordonnées $x_1, x_2, \ldots, x_m$) peut être défini par une fonction génératrice unique $\varphi(M;P)$ (P ayant les coordonnées $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$).

Supposons que M étant quelconque dans un domaine D, $\varphi(M;P)$ est mesurable toutes les fois que P appartient à un certain ensemble E. Je suppose que les ensembles corrélatifs D et E sont les plus étendus possible.

Les fonctions générées par $\varphi(M;P)$ quand, M appartenant à D, P prend toutes les positions possibles dans E, définissent un ensemble fonctionnel $L\varphi$, dont les fonctions ont pour expression analytique, au cas où E est mesurable, l'intégrale

$$\int_E \lambda(P)\varphi(M;P)\,dP, \tag{1}$$

dans laquelle la fonction-coefficient $\lambda(P)$ n'est soumise à aucune autre restriction que celle de l'existence de l'intégrale (1).

Mais la forme (1) n'est d'aucune utilité car les fonctions $\varphi(M;P)$ ne sont pas, en général, linéairement indépendantes. L'intégrale (1) peut devenir identiquement nulle sans que $\lambda(P)$ le soit aussi. Il est ainsi nécessaire de sommer sur ce que nous appelons un *ensemble de saturation* de $\varphi(M;P)$ et qui a les propriétés suivantes :

1° Les fonctions générées par $\varphi(M;P)$ pour les différents points de cet ensemble sont linéairement indépendantes entre elles; 2° toute fonction $\varphi(M;P)$ si P n'appartient pas à l'ensemble de saturation est une expression linéaire des fonctions correspondant à cet ensemble.

Un pareil ensemble existe pour toute fonction génératrice de fonctions mesurables. S'il n'est pas identique à E, il n'est pas unique, et en ce cas tous les ensembles de saturation sont équivalents. Différents cas sont possibles. Tout groupe de deux points constitue un ensemble de saturation pour les fonctions génératrices $x+s$ ou $\sin(x+s)$. L'ensemble de saturation de $\sin xs$ est l'intervalle $0, \infty$; celui de $\sin \frac{xs}{s-1}$ est l'intervalle $0, 1$.

Considérons deux fonctions $\varphi_1(M; P)$ et $\varphi_2(M; P)$ et leurs ensembles D et E communs. Supposons que leurs ensembles de saturation ε_1 et ε_2 sont contenus dans E. Si $\varphi_1(M; P)$ est *sursaturée* ou *saturée*, ou *non saturée* sur ε_2 nous dirons que ε_1 est plus grand ou égal ou moindre que ε_2.

On démontre le théorème suivant : *l'ensemble de saturation de la fonction* $\lambda_1(P).\varphi_1(M; P)+\lambda_2(P).\varphi_2(M; P)$ *est, en général, égal au plus étendu des ensembles* ε_1 *et* ε_2, *pouvant aussi être plus réduit.*

2. L'ensemble $L\varphi$ sera complètement représenté par l'intégrale irréductible

$$f(M)=\int_\varepsilon \lambda(P)\,\varphi(M; P)\,dP, \tag{2}$$

étendue à un ensemble de saturation ε, supposé ici mesurable. Si $L\varphi$ contient toutes les fonctions appartenant à la catégorie générale dont fait partie φ comme fonction de M, celle-ci sera nommée fonction génératrice complète. Il en est ainsi, par exemple, si $h_1(P)$, $h_2(P)$, ..., $h_n(P)$, ... constituant un système complet, le système

$$\int_\varepsilon h_1(P)\,\varphi(M; P)\,dP; \quad \int_\varepsilon h_2(P)\,\varphi(M; P)\,dP; \quad \ldots; \quad \int_\varepsilon h_n(P)\,\varphi(M; P)\,dP; \quad \ldots$$

est aussi complet.

L'égalité (2) établit une correspondance biunivoque entre $f(M)$ et $\lambda(P)$. Cette égalité peut être considérée comme une équation intégrale de première espèce, ayant une solution unique (à moins d'un ensemble de mesure nulle) si $f(M)$ appartient à $L\varphi$. L'algorithme que nous avons étudié dans deux Notes présentées à l'Académie [1] nous permet de résoudre ce problème.

Supposons, pour simplifier, que $\varphi(M; P)=\psi(x; s)$ et que l'ensemble de saturation soit l'intervalle $0,1$. La fonction $\lambda(s)$ sera la limite (pour l'existence de laquelle on fera quelques suppositions supplémentaires, mais peu

(1) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 1258, et 184, 1927, p. 365.

restrictives) de l'intégrale

$$\lambda_h^{n} = \int_{e^n} D_h^{(n)} p_1(x_1) p_2(x_2) \ldots p_n(x_n) \, dx_1 \, dx_2 \ldots dx_n,$$

où

$$D_h^{(n)} = \frac{\left\| \frac{1}{n}\varphi\left(x_i; \frac{1}{n}\right) \frac{1}{n}\varphi\left(x_i; \frac{2}{n}\right) \cdots \frac{1}{n}\varphi\left(x_i; \frac{h-1}{n}\right) f(x_i) \frac{1}{n}\varphi\left(x_i; \frac{h+1}{n}\right) \cdots \frac{1}{n}\varphi\left(x_i; \frac{n}{n}\right) \right\|_{i=1,2,\ldots,n}}{\left\| \frac{1}{n}\varphi\left(x_i; \frac{k}{n}\right) \right\|_{\substack{i=1,2,\ldots,n \\ k=1,2,\ldots,n}}},$$

et h est l'entier, croissant avec n, pour lequel $\frac{h-1}{n} \leqq s \leqq \frac{h+1}{n}$. L'ensemble e est ce que l'on peut appeler ensemble de détermination de φ comme fonction de M; on peut le prendre en général égal à D.

Considérées à ce point de vue les équations de Fredholm de première espèce peuvent englober aussi les équations de seconde espèce, qui n'en sont que des formes très spéciales.

AÉRODYNAMIQUE. — *Nouvelles recherches expérimentales sur les hélices d'hélicoptères.* Note de M. **W. Margoulis**, présentée par M. d'Ocagne.

J'ai entrepris de nouvelles recherches expérimentales, faisant suite à celles que j'avais exposées dans mon premier travail sur les hélicoptères (¹). Elles ont porté principalement sur le fonctionnement de deux hélices accolées tournant en sens inverse. Quoique cette disposition ait trouvé de nombreuses applications sur des hélicoptères construits, il n'existait jusqu'à présent aucune donnée expérimentale permettant de juger de son efficacité.

Pour effectuer ces essais, j'ai fait établir un dispositif comprenant un moteur électrique de 1000 watts, actionnant par l'intermédiaire d'engrenages deux hélices coaxiales, dont les plans de rotation se touchent. Ce moteur était fixé à la balance du Laboratoire Eiffel et l'on pouvait ainsi déterminer les efforts agissant sur les hélices dans le plan vertical, parallèle à la direction du vent. Un tarage préalable du moteur permettait la détermination de la puissance absorbée.

Les *hélices Merville* essayées appartenaient à la famille d'hélices optima,

(¹) *Les hélicoptères : Recherches expérimentales sur le fonctionnement le plus général des hélices. Études sur la mécanique de l'hélicoptère* (Gauthier-Villars, 1922).

dont j'ai établi les caractéristiques en appliquant aux hélices sustentatrices la théorie tourbillonnaire des hélices propulsives de N. Joukowski. J'ai examiné deux cas : celui de l'*hélice isolée* communiquant au fluide qui la traverse des vitesses de rotation variables le long du rayon et celui de *deux hélices accolées tournant en sens inverse*, dans lequel on peut faire en sorte que le fluide sorte sans rotation de l'hélice AR.

Mon étude montre que, dans les deux cas, la *fraction de pas* doit augmenter vers le moyeu, où elle atteint sa valeur maximum. La valeur périphérique de la fraction de pas est d'autant plus grande que la valeur de $\frac{P_m}{n^3 D^5}$, que doit réaliser l'hélice, est plus élevée. Mais l'augmentation de la fraction de pas vers le moyeu est d'autant plus prononcée que l'hélice doit être moins puissante, c'est-à-dire que la valeur $\frac{P_m}{n^3 D^5}$ est plus faible.

De même pour les hélices peu puissantes le *pas* à l'extrémité sera faible, mais augmentera rapidement vers le moyeu, alors que dans les hélices puissantes le pas périphérique sera élevé, mais décroîtra vers le moyeu. Jusqu'à présent on croyait que les bonnes hélices sustentatrices devaient être peu puissantes et posséder un faible pas. Notre étude montre, au contraire, qu'on peut réaliser de très bonnes hélices sustentatrices avec de grands pas à condition de les faire suffisamment larges.

Les premiers essais ont été effectués au *point fixe* avec les hélices *isolées;* ils ont donné (en tenant compte du nombre de Reynolds) une efficacité maximum de 0,73 correspondant à une finesse de 0,045, qui est la meilleure finesse obtenue jusqu'à présent dans les essais avec petits modèles. Les essais au point fixe avec les mêmes modèles de deux hélices *accolées* ont donné, conformément à la théorie, pour la même finesse une efficacité plus élevée de 0,825; ces essais ont montré d'autre part que les meilleures combinaisons étaient celles des deux hélices identiques tournant au même nombre de tours.

On a ensuite procédé aux essais de ces mêmes hélices, soit isolées, soit accouplées en les exposant au vent de la soufflerie et en donnant au plan de rotation différents angles d'attaque, c'est-à-dire au régime du *vol propulsif*. Le mode de représentation (que j'avais proposé dans mon premier travail) par des *polaires* permet d'apprécier les qualités des hélicoptères au point de vue « transport » par la considération de la valeur minimum de la finesse. Dans mes essais antérieurs j'avais trouvé que la finesse minimum était de 0,59, ce qui était évidemment peu encourageant. Je suis parvenu dans mes nouveaux essais à réduire ce chiffre presque de moitié et à

atteindre une finesse de 0,3, qui n'est plus très éloignée des valeurs réalisées en *vol au sol* par les avions de chasse et de course actuels.

Enfin j'ai étudié la question de la *stabilité statique* des hélicoptères qui n'avait jusqu'à présent donné lieu à aucune recherche expérimentale. Il s'agissait de savoir si les forces agissant sur un hélicoptère ayant penché d'un côté et ayant, par suite de cette inclinaison, amorcé une glissade du même côté, tendent à le redresser ou au contraire à accentuer son inclinaison. Mes essais montrent que l'instabilité constatée dans les hélicoptères existants provient du fait que la variation des efforts est telle qu'elle tend à accentuer l'inclinaison d'un hélicoptère et à le renverser complètement.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Écrouissage par traction, écrouissage par compression,* Note de M. **P. Dejean**, présentée par M. H. Le Chatelier.

J'ai montré dans une Note précédente (1) le danger que peut présenter l'emploi d'un acier, même doux, et moyennement fragile, lorsqu'il a subi une déformation par compression. M. Seigle avait indiqué (2), au contraire, qu'il peut être avantageux, dans certains cas, d'écrouir par traction un métal doux pour élever sa limite élastique sans rendre son emploi dangereux. Y a-t-il contradiction entre ces deux conclusions ? C'est ce que j'ai cherché à vérifier.

J'ai employé, pour cela, les mêmes métaux que ceux qui m'avaient servi dans mon étude précédente. Savoir : acier à 0,180 de carbone ayant subi l'un des trois traitements ci-après défini :

A. Trempe à l'eau à 900° après un maintien de 30 minutes, puis revenu à 700° pendant 1 heure et refroidissement à l'air.

B. Brut de forge.

C. Recuit 5 heures à 950°, refroidissement à raison de 20° par heure environ.

Des barres à section carrée, forgées à 32^{mm} de côté, traitées comme il a été indiqué ci-dessus, puis ramenées par usinage à 30×30^{mm}, ont été tractionnées, et la traction a été arrêtée lorsque la striction était à peu près complètement formée, mais avant que la rupture se produise. On obtient ainsi un barreau dont la section a diminué d'une manière à peu près uniforme sur une grande partie de sa longueur, sauf dans la région strictionnée où il se produit des variations de section très rapides.

(1) P. Dejean, *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 188.
(2) Seigle, *Comptes rendus*, **175**, 1922, p. 484.

On a découpé, parallèlement à l'axe des barreaux ainsi tractionnés, des éprouvettes de fragilité, type C. S. (Commission de Standardisation), prélevées en deux endroits différents du barreau de traction. Les unes ont été prises de manière que l'entaille se trouve exactement au milieu de la partie strictionnée du barreau, soit dans la section la plus faible, et les autres dans la région où les allongements ne sont pas influencés par la striction. Dans le premier cas (striction), nous avons admis que la charge unitaire supportée par le métal était égale à la charge lue au moment de l'arrêt de l'essai, divisée par la section de la striction. Dans le second (région non strictionnée) au contraire, nous avons admis que la déformation avait été complètement réalisée avant que la striction ne commence. C'est donc la charge maximum, divisée par la section au point considéré, qui représente dans ce cas la charge unitaire supportée par cette section. Quant à l'allongement correspondant, on sait que dans une barre de section initiale S amenée par traction à avoir une section S', l'allongement élémentaire local Δl dans cette section est égal à $\frac{S-S'}{S'}$. Ce sont donc ces chiffres que j'ai portés dans le tableau ci-dessous :

	Charge de traction kg/mm².	Allongement élémentaire local exprimé en % $\Delta l = \frac{S-S'}{S'} \times 100$.	Résilience kgm/cm².
	Échantillon A.		
Région non strictionnée........	58,7	14,8	19,20
Striction.....................	81	86,3	11,65
	Échantillon B.		
Région non strictionnée........	61	23,3	4,9
Striction.....................	69	83,9	3,3
	Échantillon C.		
Région non strictionnée........	55,8	28,1	4,51
Striction.....................	59	73	3,42

Avant toute déformation, les résiliences étaient respectivement $18^{kgm},7$ pour A; $11^{kgm},5$ pour B et $8^{kgm},4$ pour C.

L'inspection de ce tableau comparé à celui de la Note précédente [1] permet de faire les constatations suivantes :

---

[1] P. Dejean, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 188.

1° L'écrouissage par compression est beaucoup plus dangereux que l'écrouissage par traction, surtout pour les aciers cristallisés, par recuit prolongé à haute température (traitement C). En effet, un écrasement de 15,6 pour 100 donne à cet acier C une résilience de $2^{kgm},4$, alors qu'elle est encore de $4^{kgm},5$ après un allongement de 28 pour 100 et de $3^{kgm},42$ après un allongement de 73 pour 100.

2° Les échantillons B et C, qui se comportent d'une manière si différente après compression, donnent au contraire des résultats sensiblement identiques après traction.

3° Il n'y a donc aucune relation entre la fragilité communiquée à un acier doux par écrouissage, suivant qu'il est obtenu par traction ou par compression.

4° L'essai de flexion avec pliage à bloc, qui ne permet d'examiner que les fibres extérieures qui ont travaillé à la traction, est donc un essai très imparfait, et même dangereux, car il ne renseigne absolument pas sur la fragilité très grande que peut atteindre par compression, même assez faible, un acier doux cristallisé par recuit. C'est ainsi que les trois échantillons A, B et C, pris sous 15^{mm} d'épaisseur, plient tous à bloc sans criques, alors que l'échantillon C, en particulier, devient très fragile dès qu'il a subi un écrasement de 15 pour 100.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la stratification des planètes en surfaces d'égale densité.* Note de M. **R. Wavre**, présentée par M. J. Hadamard.

En considérant une masse hétérogène comme une superposition de masses homogènes, en exprimant la variation du potentiel newtonien de ces masses homogènes par des intégrales étendues aux surfaces d'égale densité, on peut [1] ramener à l'équation intégrale

$$\omega^2\left(x\frac{dx}{ds}+y\frac{dy}{ds}\right)=\left(\int_{\rho_0}^{\rho_1}d\rho'+\rho_0\right)\int\int_{S_{\rho'}}\frac{\cos(d,n')}{r}\,d\sigma'$$

le problème du mouvement de rotation des planètes envisagées comme constituées par un fluide parfait.

On convient d'affecter d'un accent prime les quantités qui se rapportent aux variables d'intégration; ρ_1 est la densité au centre, ρ_0 la densité péri-

(1) *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 373.

phérique, ω la vitesse angulaire qui ne peut dépendre que de la distance à l'axe (¹), d est la direction d'un déplacement $ds(dx, dy, dz)$ tangent aux méridiennes des surfaces d'égale densité, n' est la normale à la surface $S_{\rho'}$ de densité ρ'. On convient encore de faire $\rho' = \rho_0$ dans le facteur de ρ_0.

Si la densité subissait un saut sur des surfaces intérieures à la masse, on pourrait faire usage de l'intégrale de Stieltjes pour représenter le second membre de l'équation, Écartons ce dernier cas. Si la masse est homogène, l'intégration en ρ' disparaît; elle subsiste seule si la densité périphérique ρ_0 est nulle.

Sur les surfaces d'égale densité ρ, d'équation $R = R(\rho, \theta)$ en coordonnées polaires, faisons les *hypothèses* suivantes :

A. Les surfaces d'égale densité admettent un même plan de symétrie droite ou plan équatorial.

B. Elles ne sont rencontrées qu'en deux points par des parallèles à l'axe de rotation et au plan équatorial.

C. La dérivée $\dfrac{\partial R(\rho, \theta)}{\partial \rho}$ existe dans toute la masse sauf peut-être au centre, $\rho = \rho_1$, elle est continue en ρ, $\rho_0 \leqq \rho < \rho_1$ et inférieure à une constante négative. La densité est donc croissante de la périphérie au centre.

D. La dérivée $\dfrac{\partial R(\rho, \theta)}{\partial \theta}$ existe dans toute la masse sauf peut-être au centre, $\rho = \rho_1$, elle est continue et en valeur absolue inférieure à une constante positive.

E. La dérivée $\dfrac{\partial^2 R(\rho_0, \theta)}{\partial \theta^2}$ existe, sur la surface extérieure, dans le voisinage des pôles et de l'équateur.

Dans ces conditions très générales :

I. *Les surfaces d'égale densité tendront en forme vers un ellipsoïde quand on se rapproche du centre.*

Pour des surfaces homothétiques $R(\rho, \theta) = g(\rho)\,h(\theta)$, les hypothèses C et D sont satisfaites si les dérivées $\dfrac{\partial g(\rho)}{\partial \rho}$ et $\dfrac{\partial h(\theta)}{\partial \theta}$ sont continues et la première négative sur les intervalles $\rho_0 \leqq \rho \leqq \rho_1$, $0 \leqq \theta \leqq 2\pi$. Mais des surfaces homothétiques ne sauraient tendre vers la forme ellipsoïdale sans être des ellipsoïdes. Or, M. Volterra (²) a démontré qu'une stratification en ellip-

(¹) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 277.

(²) *Sur la stratification d'une masse fluide en équilibre* (*Acta mathematica*, 27, 1903, p. 105-127).

soïdes homothétiques est impossible quand la masse tourne d'un bloc et M. Dive (¹) a donné ce résultat remarquable : dans les conditions où se sont placés les différents auteurs, toute stratification ellipsoïdale est impossible, même si la masse ne tourne pas d'un bloc. Il faut en conclure :

II. *Les surfaces d'égale densité ne sauraient être homothétiques.*

Enfin, on sait que l'équation intégrale du début peut être envisagée comme une équation de première espèce de noyau

$$\int\int_{S_{P'}} \frac{\cos(d, n')}{r} d\sigma'.$$

Il est à ce propos utile de signaler le fait suivant :

III. *Le noyau peut être symétrisé* par l'adjonction d'un noyau d'effet nul dans l'intégration en θ.

C'est en légitimant le droit à intégrer terme à terme un certain développement de $\frac{1}{r}$, qu'une laborieuse démonstration du résultat I fut obtenue. On la trouvera dans un autre Recueil.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les propriétés électriques de quelques composés métalliques.* Note de M. **H. André**, transmise par M. G. Ferrié.

Il résulte d'une série d'observations que certaines combinaisons d'un métal avec du soufre ou du phosphore présentent des changements de composition spontanés, ou facilement provocables par des agents physiques à action faible.

Les composés argent-soufre ou argent-phosphore, par exemple, sont capables d'absorber une certaine quantité de soufre ou de phosphore fondus à basse température.

Après cette sorte de saturation, ils acquièrent au point de vue de la résistance ohmique un coefficient de température négatif, élevé et variable, diminuant à partir d'une certaine température.

Le composé soufre-argent, le plus remarquable à ce point de vue, fournit les valeurs suivantes, susceptibles de varier considérablement avec le rechargement du soufre.

Ces valeurs sont obtenues avec un barreau de 14^{mm^2} de section et 50^{mm} de long :

(¹) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 371.

t.	R.	t.	R.	t.	R.
°C.	ω	°C.	ω	°C.	ω
25	150	100	108	210	17
30	142	110	99	220	15
40	138	115	95	230	14
50	136	125	86	240	10
55	134	140	73	250	8
65	129	150	59	260	5,6
70	127	160	54	270	4,6
75	125	170	48	280	3,7
80	123	180	28	290	3
85	121	190	25	300	2
95	118	200	21		

t est la température, R la résistance ohmique.

La loi de variation est sensiblement la même pour divers degrés de rechargement en soufre, mais la résistance à froid peut être plusieurs fois celle mesurée dans cet essai, et la résistance à chaud plusieurs fois plus petite. Une technique appropriée donne des échantillons stables et convenables, permettant un grand nombre d'applications industrielles.

Jusqu'à 100° C. le produit ne se modifie pas. Au-dessous, il faut l'entretenir dans un état stable par enrobement permanent de soufre.

La forme du courant employé influe sur la composition, c'est ainsi que le courant continu déplace lentement l'argent. Le courant alternatif, à basse température, semble passer sans action apparente.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les constantes d'un quadripôle passif.* Note de M. **Vaulot**, présentée par M. Paul Janet.

Nous appelons *quadripôle passif* un assemblage quelconque de circuits électriques *ne contenant aucune source d'énergie électrique*, et comportant quatre bornes, dont deux sont appelées *bornes d'entrée* et les deux autres *bornes de sortie*.

Appelons :

V_1 et I_1 les tension et intensité aux bornes d'entrée;

V_2 et I_2 les tension et intensité aux bornes de sortie.

On sait que les quantités V_1, I_1, V_2, I_2 sont liées par des relations de la forme

$$(1) \qquad \begin{cases} V_1 = AV_2 + BI_2, \\ I_1 = CV_2 + DI_2. \end{cases}$$

A, B, C, D sont quatre constantes satisfaisant à la relation

$$(2)\qquad AD - BC = 1.$$

Ces relations, vraies en courant continu permanent, le restent en courant alternatif sinusoïdal d'une fréquence déterminée au moyen d'une méthode qui représente par des imaginaires les quantités qui varient suivant une loi sinusoïdale; les quantités A, B, C, D qui entrent dans (1) et (2) sont alors imaginaires.

Nous nous proposons de traiter la question suivante :

Peut-on construire un quadripôle qui admette quatre constantes A, B, C, D *ayant des valeurs données ?*

Nous supposons bien entendu que ces constantes satisfont à la condition (2).

Posons

$$A = a + ja',$$
$$B = b + jb',$$
$$C = c + jc',$$
$$D = d + jd',$$

$a, b, c, d, a', b', c', d'$ étant des quantités réelles et j le symbole des imaginaires.

Formons le quadripôle sur une impédance $R + jX$, dont la partie réelle R ne peut pas être négative. Exprimons que la puissance moyenne à la sortie est toujours inférieure ou égale à la puissance moyenne à l'entrée. On trouve que l'expression

$$(ac + a'c')X^2 + 2(ad' - bc')X + (ac + a'c')R^2 + 2(bc + a'd')R + bd + b'd'$$

doit être positive ou nulle pour toutes les valeurs de R supérieures ou égales à zéro et pour toutes les valeurs de X. On trouve que les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il en soit ainsi sont

$$(3)\quad bc + a'd' \geqq 0, \qquad ac + a'c' \geqq 0, \qquad cd + c'd' \geqq 0, \qquad ab + a'b' \geqq 0, \qquad bd + b'd' \geqq 0.$$

Ces trois conditions ne sont d'ailleurs pas indépendantes si l'on tient compte des relations

$$(4)\quad \begin{cases} ad - a'd' - bc + b'c' = 1, \\ ad' + a'd - bc' - b'c = 0, \end{cases}$$

qui expriment la relation (2).

Ces formules (3) et (4) définissent, entre les variables V_2, I_2 et les

variables V_1, I_1, des transformations dont l'ensemble constitue un groupe, sous-groupe de première espèce du groupe spécial linéaire homogène.

Les relations trouvées sont d'ailleurs suffisantes.

Si A, B, C, D sont réels, elles expriment que ces quatre constantes sont de même signe, qu'on peut supposer positif. Le quadripôle est alors facilement réalisable, par exemple au moyen d'un Π contenant trois résistances réelles et précédé au besoin d'un transformateur parfait.

Le quadripôle le plus général, ayant quatre constantes A, B, C, D complexes, se construit en partant d'un quadripôle où ces constantes sont réelles, en le schuntant à l'entrée et à la sortie au moyen d'impédances purement imaginaires et en plaçant en outre à l'entrée une autre impédance purement imaginaire.

Remarque. — On sait qu'on peut caractériser le quadripôle au moyen d'autres constantes que A, B, C, D. Les conditions trouvées précédemment prennent alors une forme plus ou moins simple.

Ainsi, si l'on pose

$$V_1 = M_1 I_1 + N I_2, \qquad V_2 = N I_1 - M_2 I_2,$$

et si l'on désigne respectivement par m_1, m_2, n les parties réelles et par m'_1, m'_2, n' les parties imaginaires de M_1, M_2, N, les cinq conditions (3), précédemment trouvées, équivalent respectivement aux suivantes :

$$m_1 m_2 - n^2 \geq 0, \qquad m_1 \geq 0, \qquad m_2 \geq 0,$$
$$m_1 n'^2 - 2 m'_1 n n' - m_1 n^2 + m_2 (m_1^2 + m_1'^2) \geq 0,$$
$$m_2 n'^2 - 2 m'_2 n n' - m_2 n^2 + m_1 (m_2^2 + m_1'^2) \geq 0.$$

On constate facilement que les trois dernières de ces conditions sont des conséquences des deux premières.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la fluorescence du chlore et du brome.* Note de MM. **Léon** et **Eugène Bloch**, présentée par M. Brillouin.

Nous avons indiqué précédemment [1] que l'emploi de la décharge oscillante dans un tube sans électrode garni de chlorure ou de bromure de sodium permet d'obtenir des spectres très intenses du métalloïde correspondant et de séparer dans ces spectres divers degrés d'excitation.

---

[1] Voir L. et E. Bloch, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1740; **184**, 1927, p. 193.

Au cours de ces recherches, nous avons reconnu que pour une pression convenable le tube à décharge présente, outre la luminosité centrale et les flammes coniques qui la prolongent, une lueur plus faible de teinte caractéristique s'étendant uniformément jusqu'aux fenêtres de fermeture de l'appareil. La distance de ces fenêtres aux extrémités de l'enroulement inducteur est de 15^{cm} environ et peut être accrue notablement sans que la lueur caractéristique cesse d'être visible. La teinte de cette lueur est jaune rougeâtre avec le brome, violette avec le chlore.

Nous avons pensé d'abord qu'il s'agissait d'un phénomène de décharge parasite dans lequel les parois du tube joueraient le rôle essentiel. Mais cette interprétation s'accorde mal avec le fait que la lueur caractéristique apparaît assez brusquement pour une faible valeur de la pression (quelques centièmes de millimètre de mercure). La lueur se forme tout aussi bien lorsqu'un cylindre conducteur fermé à l'avant par une toile métallique est placé dans le tube à petite distance de l'enroulement; si la toile métallique est remplacée sur la moitié de sa surface par du métal massif, la lueur n'apparaît à l'intérieur du cylindre que sur la moitié qui reçoit la lumière de la décharge. Tout se passe comme s'il s'agissait d'un phénomène de *fluorescence* excité par un rayonnement issu de la décharge.

Cette hypothèse est confirmée par le fait suivant. Si l'on prolonge le tube à décharge par un ballon de large diamètre, la lueur de fluorescence apparaît dans ce ballon sous forme d'un faisceau nettement délimité, entouré d'une zone qui reste parfaitement obscure. Le faisceau est légèrement conique, de même section à l'origine que le tube principal. Il n'est pas déviable à l'aimant, il n'est ni réfléchi ni diffusé par une glace de verre, tout obstacle intercalé sur son passage crée une ombre nette à l'arrière de l'obstacle. A cet égard, le verre, le quartz, la fluorine se comportent comme également opaques. On conclut de là que le rayonnement excitateur est probablement du type des rayons ultraviolets lointains ou des rayons X mous. Un rayonnement tout à fait similaire a déjà été mis en évidence dans la décharge sans électrode par J.-J. Thomson et ses collaborateurs au moyen de l'effet photo-électrique. Dans la décharge ordinaire, le rôle de ces rayonnements ressort des expériences récentes de Dauvillier.

Le spectre de fluorescence du brome et celui du chlore ont pu être photographiés avec des durées de pose de quelques heures sous faible dispersion. Il convient pour cela de munir le ballon à fluorescence de courtes tubulures en regard placées à angle droit de la direction du faisceau. Ces tubulures sont fermées par des glaces de verre ou de quartz et l'on fait l'image de la

région centrale du ballon sur la fente du spectrographe. Dans ces conditions, les clichés de fluorescence du chlore et du brome sont pratiquement exempts des raies parasites pouvant provenir par diffusion de la lumière très éclatante de la décharge.

La fluorescence du chlore, qui n'a pas été signalée jusqu'ici, comporte dans la région violette un spectre de bandes cannelées, de structure assez compliquée, dégradées vers le rouge. Nous avons obtenu une quinzaine de groupes entre 3960 et 4920 A, les groupes les plus intenses étant situés au milieu du spectre, qui s'affaiblit rapidement à ses deux extrémités.

La fluorescence du brome sous l'action de la lumière visible a été découverte par Wood et étudiée qualitativement par Daure [1], qui a trouvé une bande d'apparence continue allant de 5000 A au rouge. Sous l'action des rayons X mous, nous obtenons une fluorescence orangée intense qui se résout en 25 bandes au moins comprises dans la région 6400-5100. Ici encore la structure est cannelée, les bandes sont dégradées vers le rouge, les bandes centrales étant les plus intenses. L'écart moyen des groupes au voisinage de la raie D est de 55 A environ [2].

Lorsque les conditions favorables à l'apparition de la fluorescence sont réalisées, on observe dans les canalisations de verre qui joignent le tube à décharge aux pompes une lueur dont la teinte générale est semblable à celle de la fluorescence : nous avons vérifié que les deux spectres sont identiques. Ce résultat semble indiquer un mécanisme commun pour la production des deux sortes de spectres, et une possibilité d'intervention des rayons X mous dans la luminosité générale de la décharge.

Notons que nos clichés de fluorescence présentent, outre les bandes caractéristiques du chlore et du brome, les bandes négatives de l'azote, les bandes de la vapeur d'eau, les bandes du premier et du troisième groupe négatifs du carbone (Baldet-Fowler). Toutes ces émissions sont produites par fluorescence sous l'action des rayons X mous.

---

(1) *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 31.

(2) Nous n'avons pu identifier d'une façon satisfaisante notre spectre de fluorescence du brome ni avec le spectre de bandes d'émission donné par Eder et Valenta, ni avec le spectre d'absorption de Hasselberg, ni avec le spectre observé par Fowler et Strutt en présence de l'azote actif.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Électrolyse des dissolutions aqueuses d'acide oxalique pur.* Note [1] de M. **E. Doumer**, présentée par M. A. Desgrez.

On admet que, dans l'électrolyse des oxalates, l'ion oxalique se décompose entièrement, au moment de sa libération au pôle (+), en CO^2 qui se dégage. Cette réaction est à *peu près* vraie pour les oxalates neutres, mais elle ne l'est pas du tout pour les oxalates acides et surtout pour l'acide oxalique. En effet, pour les dissolutions pures d'acide oxalique, j'ai trouvé que l'électrolyse donne toujours au pôle (+) un mélange de CO^2 et de O^2, en proportions variables, il est vrai, mais dont l'oxygène forme une part importante et souvent fort prédominante. Ce mélange contient aussi parfois des traces d'oxyde de carbone et toujours une petite proportion d'un gaz inerte, que ses propriétés chimiques négatives et sa faible quantité n'ont pas encore permis de caractériser.

Dans les expériences qui suivent, où je me suis proposé d'étudier les phénomènes qui se passent au pôle (+) dans l'électrolyse des solutions d'acide oxalique pur, l'effet chimique total a toujours été mesuré par le volume d'hydrogène qui se dégage dans un voltamètre à gaz tonnant placé en série dans le circuit.

Les résultats obtenus sont contenus dans le tableau suivant où, pour la facilité de la comparaison, les volumes de CO^2 et de O^2 dégagés à l'anode ont été ramenés au même effet chimique uniforme correspondant à un dégagement d'hydrogène voltamétrique de 100^{cm^3}. La première colonne de ce tableau contient les numéros d'ordre des expériences; la deuxième, le poids en grammes d'acide oxalique contenu dans 1^l de dissolution; la troisième, l'intensité du courant en milliampères; la quatrième, la densité du courant en milliampères par millimètre carré; la cinquième, le volume de l'acide carbonique, et la sixième, le volume de l'oxygène recueillis à l'anode. Bien entendu, les volumes de CO^2 sont rendus très incertains par suite de la grande solubilité de ce gaz dans l'eau; je ne les donne d'ailleurs que pour mémoire.

---

(1) Séance du 14 mars 1927.

Tableau.

Numéros d'ordre.	Titres.	Intensités.	Densités.	Gaz anodiques CO^2.	O^2.
1......	20	10	1,20	2,2	46,0
2......	20	4	0,48	2,0	30,0
3......	20	1,5	1,97	1,6	48,0
4......	4	47,5	5,66	3,8	48,0
5......	4	0,75	0,09	80,5	24,0
6......	4	3	0,35	18,9	24,0
7......	20	90	1,45	4,0	44,0
8......	20	12	0,19	53,5	32,0
9......	20	115	1,85	3,6	44,0

(L'électrode était formée d'un fil de platine de $\frac{3}{10}$ ayant, suivant les cas, 66^{mm} et $8^{mm},9$ de longueur.)

On remarque : 1° Que dans toutes ces expériences il y a eu un dégagement d'oxygène relativement important;

2° Que cette proportion d'oxygène varie dans le même sens que la densité du courant;

3° Qu'elle oscille entre les deux limites 25 et 50 environ, soit entre le quart et la moitié du volume de l'hydrogène voltamétrique (100^{cm^3}).

Explication. — La présence de O^2 dans le mélange anodique ne peut guère s'expliquer par la décomposition de l'eau par l'ion oxalique, car cette réaction supposerait l'intervention d'une énergie étrangère qui n'apparaît à aucun moment de l'expérience. On ne comprendrait d'ailleurs pas pourquoi cet ion aurait ou n'aurait pas la propriété de décomposer l'eau suivant qu'il provient de l'acide oxalique ou d'un oxalate, alors que dans les deux cas il se trouve abondamment entouré d'eau. On ne comprendrait pas non plus que, dans l'électrolyse de l'acide oxalique, cette propriété variât dans les limites que j'ai indiquées et surtout qu'elle fût plus marquée lorsque la densité du courant est plus forte; il semblerait que le contraire fût plus facilement admissible.

Ce phénomène s'explique au contraire très simplement si l'on admet que, dans les solutions aqueuses d'acide oxalique, l'eau est elle-même ionisée assez fortement et que les ions oxaliques et les ions $\overline{OH}$ provenant de l'eau réagissent les uns sur les autres lorsqu'ils se dégagent ensemble dans le voisinage les uns des autres, dans la même sphère d'action, pourrait-on dire. Dans ces conditions, trois cas peuvent se présenter :

1° Les ions oxaliques se dégagent en même temps que des ions $\overline{OH}$ et

dans le voisinage les uns des autres; on pourra alors avoir la réaction

$$(1)\qquad \begin{array}{c}COO + OH\\ |\\ COO + OH\end{array} = \begin{array}{c}COOH\\ |\\ COOH\end{array} + O^9 /$$

qui thermochimiquement est possible. Il y aurait reconstitution d'une molécule d'acide oxalique et dégagement d'oxygène; le dégagement de CO^2 serait nul. Avec cette réaction, si elle était générale on aurait justement un dégagement d'oxygène qui serait égal à la moitié du volume de l'hydrogène voltamétrique.

2° Si, par suite d'une très grande dilution ou d'une très faible densité du courant, ces ions ne se dégageaient pas dans la même sphère d'action, les ions oxaliques, se dégageant seuls, se décomposeraient purement et simplement en CO^2. De leur côté, les ions de l'eau donneraient de l'eau avec dégagement de la moitié de leur oxygène. Dans ce cas, le volume d'oxygène recueilli serait justement la moitié de celui fourni par la réaction (1), c'est-à-dire le quart du volume de l'hydrogène voltamétrique.

3° Enfin, si les deux réactions qui précèdent interviennent ensemble, on aura un dégagement d'oxygène qui sera compris entre le quart et la moitié du volume de l'hydrogène voltamétrique.

C'est justement ce que nous donnent les expériences précédentes. Il semble donc que, du moins dans les solutions que j'ai employées, l'eau est ionisée dans la proportion d'environ 2^{mol} pour une d'acide oxalique, c'est-à-dire que si dans une solution il y a, par exemple, 88^g d'acide oxalique ionisé, il y aura 32^g d'eau également ionisée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mutarotation et alcalinité du milieu.*

Note de M. **H. Colin** et Mlle **A. Chaudun**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les pouvoirs rotatoires des divers sucres doués de mutarotation, glucose, lévulose, maltose, lactose, etc. tendent vers leur valeur limite avec des vitesses très différentes et qui dépendent d'un certain nombre de facteurs, notamment de la température et de la réaction du milieu.

L'influence de l'alcalinité est particulièrement remarquable; Schulze et Tollens [1], qui ont donné sur ce sujet quelques précisions, s'émerveillaient

---

(1) Schulze et Tollens, *Liebig's Annalen*, 271, 1892, p. 49.

que l'ammoniaque, à la dose de 0,01 pour 100, pût encore accélérer nettement l'évolution du glucose.

Cependant, il s'en faut qu'à cette concentration la limite de sensibilité soit atteinte; nous avons eu l'occasion de le vérifier de la façon la plus minutieuse. Dès que les liqueurs ammoniacales ont un titre inférieur à $\frac{N}{40}$, la transformation isomérique du glucose, à la température de 13°, n'est plus instantanée; à la dose de $\frac{N}{250}$, la vitesse est multipliée par 23 environ; les solutions $\frac{N}{5500}$ agissent encore légèrement; mais si l'on dilue à $\frac{N}{7000}$, on ne constate plus aucune accélération; l'action de la potasse ou de la soude cesse également de se faire sentir à cette dose.

Les résultats sont plus curieux encore si l'on s'adresse au lévulose; en présence d'ammoniaque $\frac{N}{2500}$, le sucre prend immédiatement sa forme stable; pour une concentration deux fois moindre, $\frac{N}{5000}$, l'évolution dure moins de 10 minutes, à 12°, au lieu de 40 en solution aqueuse; NH^3 agit encore nettement à la dilution de $\frac{N}{30000}$; il faut étendre jusqu'à $\frac{N}{40000}$ pour voir cesser toute action de l'alcali. Sensibilité invraisemblable qui laisse très loin celle des indicateurs les plus réputés et qu'on pourra mettre à profit pour résoudre maintes difficultés.

Les auteurs sont d'accord pour rapporter aux ions OH l'influence des alcalis sur la mutarotation des sucres; de fait, une base non dissociée telle que la pyridine est sans action, du moins à la dilution de $\frac{N}{100}$; l'urée à 2 pour 100 n'agit pas davantage; inversement, toutes les bases fortes, potasse, soude, chaux, se conduisent sensiblement de la même façon.

Cela étant, il est évident qu'une base faible comme l'ammoniaque ne peut accélérer l'évolution des sucres aussi efficacement que la soude tant que la dissociation n'est pas totale de part et d'autre. C'est bien ce qui ressort des données suivantes :

Conditions expérimentales. — Concentration en glucose, $3^g,9$ pour 100; $l = 5^{dm}$, $t = 14°,5$, $\lambda = 5461$.

	Temps (en min.).	I. Eau distillée.	II. NH^3.	III. NaOH.
a. Concentration de l'alcali $\frac{N}{550}$....	3	18°,95	16°,13	13°,09
	15	17,98	12,23	11,36
	30	17,15	11,53	11,37
b. » » $\frac{N}{1100}$....	3	18,94	17,07	14,79
	15	17,67	12,71	11,61
	30	16,80	11,97	11,42
c. » » $\frac{N}{2750}$....	3	19,04	18,40	18,06
	15	18,20	15,80	14,72
	30	17,27	13,98	12,67
d. » » $\frac{N}{5500}$....	3	18,95	18,95	18,92
	15	17,95	16,94	16,70
	30	17	15,18	14,92
e. » » $\frac{N}{6800}$....	3	19,10	19,10	19,10
	15	18,15	18,10	18,11
	30	16,92	16,90	16,90

L'action de la soude et celle de l'ammoniaque sur l'évolution du glucose ne sont parallèles que vers la dilution de $\frac{N}{5500}$; c'est donc seulement à partir de là que l'ammoniaque peut être considérée comme totalement dissociée. On ne savait rien à cet égard sinon que la conductibilité moléculaire des liqueurs ammoniacales millinormales n'est guère que la huitième partie de la conductibilité limite évaluée d'après les nombres de transport.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L'hydrogénation de la dibenzalacétone et de la dibenzylacétone.* Note de MM. **W. Ipatief** et **Orloff**, présentée par M. C. Matignon.

Borsche [1], Paal [2], et Borsche et Wollemann [3] ont étudié l'hydrogénation sous pression normale de la dibenzalacétone en présence du palladium colloïdal. Ces auteurs ont employé le benzol et l'alcool comme dissolvants. Quand la saturation avec l'hydrogène est complète on obtient un bon rendement en dibenzylacétone; quand elle est partielle une double liaison est seule saturée; il se forme en même temps de petites quantités de produits cristallisés.

---

(1) *Berichte*, 45, 1912; (2) *ibid.*, p. 2221; (3) *ibid.*, p. 3713.

On doit attendre les mêmes résultats de l'hydrogénation sous pression :

$$C^6H^5 - CH = CH - CO - CH = CH - C^6H^5$$
$$\rightarrow C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CO - CH^2 - CH^2 - C^6H^5.$$

L'oxyde de cuivre, qui est souvent un très bon catalyseur d'hydrogénation pour les liaisons doubles, n'est pas utilisable dans le cas présent.

Malgré l'emploi d'un dissolvant, l'hydrogénation ne marche pas et toute la cétone se transforme dans une masse goudronneuse épaisse et sombre. Si l'on prend comme catalyseur l'oxyde de nickel, on obtient un résultat tout à fait différent. Plus de la moitié de la cétone se transforme en dibenzylacétone qui se sépare facilement à l'état pur de la masse goudronneuse par distillation.

Cette masse ne se décompose pas pendant la distillation dans le vide.

Nous avons remarqué la grande influence du dissolvant et de la concentration sur le rendement.

Quand on emploie comme dissolvant le cyclohexane, dans lequel la dibenzalacétone est difficilement soluble, la transformation n'a pas lieu. Malgré l'absorption de l'hydrogène, le produit de la réaction (après l'entraînement du dissolvant par la vapeur d'eau) est un corps très fragile, amorphe, transparent, facilement décomposable par échauffement avec formation de combinaisons non saturées et ne possédant pas une température d'ébullition déterminée. Ce corps contient 84,91 pour 100 C et 10,38 pour 100 H. Il est différent de la masse goudronneuse, qui reste après la distillation du produit, quand l'hydrogénation a eu lieu.

Le rendement dépend de la concentration.

La solution benzénique à	15 pour 100	donne un rendement de....	60 pour 100
» »	35	»	25 »
» »	50	»	10 »
» alcoolique à	20	»	20 »

Les expériences étaient faites dans l'appareil à forte pression, sans agitateur, du système W. Ipatief. La dibenzalacétone était préparée par condensation de la benzaldéhyde avec l'acétone en milieu alcoolique en présence d'alcali (méthode Strauss-Caspari).

La quantité d'oxyde de nickel était de 15 pour 100 du poids d'acétone.

La pression initiale était 70-100^{atm}, la température 170-180° et la durée de chauffage 24 heures. La réaction est terminée quand la pression cesse de s'abaisser; on sépare l'oxyde de nickel par filtration et par distillation le benzol employé comme dissolvant.

Le résidu passe à 209° sous la pression de 10^{mm}. Ce produit bout vers 335-340° sous la pression normale. Refroidi il cristallise et la masse cristallisée fond vers 13-14°.

L'analyse a donné :

	I.	II.	Calculé pour $C^{17}H^{18}O$.
C............	85,63	85,68	85,71
H............	7,68	7,62	7,56

M exp. = 238,6, M calc. = 237.

L'oxime, que l'on obtient par une ébullition de plusieurs heures de la cétone avec le chlorhydrate d'hydroxylamine dissous dans une quantité 10 fois plus grande d'alcool et additionné de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, fond vers 91°.

En vue d'étudier par la suite quelques propriétés des dicyclohexylènes paraffines, nous avons hydrogéné cette acétone avec l'oxyde de nickel, dans la solution de cyclohexane et sous pression. L'hydrogénation est terminée après 12 heures de chauffage à la température de 240°. Après la distillation du dissolvant il reste une huile, qu'on traite avec l'acide nitrique fumant, pour éliminer les impuretés ; on obtient ainsi le 1,5-dicyclohexylpentane pur, dont la température d'ébullition est 315° ; il ne décolore pas la solution de permanganate et n'agit pas sur le mélange nitrant, il est évident que la cétone est complètement hydrogénée selon l'équation

$$C^6H^5.CH^2.CH^2.CO.CH^2.C^6H^5 \rightarrow (C^6H^{11})(CH^2)^5(C^6H^{11}).$$

On a trouvé

$$d^0 = 0,8836; \qquad n_D = 1478.$$

L'analyse donne

$$C = 86,23; \qquad H = 13,67;$$

calculé pour $C^{17}H^{32}$:

$$C = 86,44; \qquad H = 13,56.$$

Le carbure d'hydrogène ainsi obtenu est identique avec le composé préparé par Sabatier en hydrogénant le 1,5-diphénylpentane.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Caractérisation des bois vieux par rapport aux bois verts.* Note [1] de MM. **Roger Lyon**, **G. Fron** et **M. Fournier**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Le bois vert, c'est-à-dire fraîchement débité, ne s'utilise guère dans l'industrie : on a coutume, avant emploi, de le laisser plusieurs années en chantier ; il devient ainsi du bois vieux jouissant de propriétés particulières et ayant une valeur marchande beaucoup plus élevée, même que du bois vert séché artificiellement.

Nous nous sommes proposé de préciser les caractères qu'un tel bois a pris, de donner une méthode permettant de différencier un bois vieux, ainsi défini, d'un bois vert plus ou moins desséché :

Tout d'abord, l'étude au microscope montre des différences : des coupes longitudi-

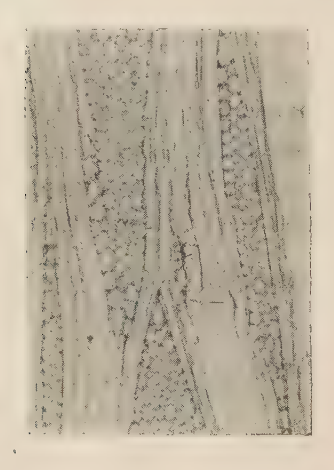


Fig. 1.

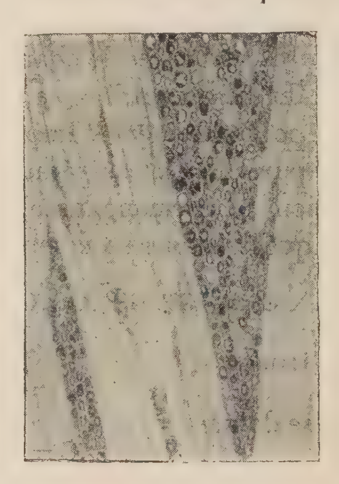


Fig. 2.

nales tangentielles sont faites dans deux échantillons, de hêtre par exemple, l'un provenant d'un arbre abattu l'hiver précédant, l'autre d'une pièce de bois ayant une dizaine d'années de chantier; les coupes, après déshydratation, sont montées au baume de Canada, sans aucune coloration. Dans le premier échantillon, les cellules du parenchyme ligneux et des rayons médullaires apparaissent vides de tout contenu (*fig.* 1); dans le second, ces cellules contiennent des dépôts amorphes, localisés contre les deux membranes (*fig.* 2), dépôts formés de matières diverses se colorant en bleu foncé avec les sels ferriques, ce qui les apparente aux tannins.

(1) Séance du 14 mars 1927.

Un dosage de ces derniers, par la méthode à l'acétate de zinc et au permanganate de potassium, a d'ailleurs fourni les chiffres suivants, calculés en gallotannin :

Hêtre vert......	0,171 pour 100	Hêtre vieux......	0,335 pour 100
Charme vert....	0,095 »	Charme très vieux.	0,123 »

Le bois vieux, tout au moins pour les deux essences envisagées, apparaît donc plus riche en tannin que le bois vert.

Ces diverses observations nous ont amené à chercher d'autres méthodes de différenciation, et celle qui nous a donné les meilleurs résultats est la méthode ionimétrique appliquée à une solution produite par la macération du bois dans des conditions déterminées :

Un poids donné de bois à examiner, soit 10^g séché à l'étuve à 0 pour 100 d'humidité, est mis, par petits fragments, dans 80^{cm^3} d'eau distillée.

Le flacon contenant le mélange est placé dans un bain-marie qui est porté pendant 10 minutes à l'ébullition. Au bout de ce temps, le liquide a pris une légère coloration jaune, variable suivant l'échantillon et provenant de l'entraînement des éléments solubles du bois. On ramène ce liquide à la température ordinaire et l'on en prend le pH.

Par exemple, pour le hêtre, nous nous sommes procuré des échantillons de bois vert provenant d'arbres abattus dans le courant de l'hiver 1926-1927, débités en usine aux mois de janvier et février de cette dernière année. Ces échantillons, au nombre de plus de 20, ont été prélevés sur des arbres d'origines diverses (Haute-Marne, Eure, Meuse, Somme, etc.). Les solutions ont été faites comme il est indiqué et ont donné un pH variant entre 5,5 et 6.

D'autre part, nous avons mesuré le pH de solutions faites avec des bois de hêtres vieux de plus de quatre années et parfaitement sains. Nous avons eu les chiffres suivants :

Hêtre 1924............	4,80	Hêtre 1912............	4,60
Hêtre 1923............	4,90	Hêtre 1910............	4,90
Hêtre 1920............	4,60	Hêtre de plus de 30 ans.	4,40
Hêtre 1914............	4,40		

Soit un pH compris entre 4,4 et 4,9.

D'autres bois nous ont donné les chiffres suivants :

Charme vert........	5,20 à 5,60	Charme vieux........	4,40 à 4,80
Orme vert..........	6,5 à 6,7	Orme vieux (1890)....	5,20
Cormier vert........	5 à 5,10	Cormier vieux........	4,20
Poirier vert.........	5,60	Poirier vieux.........	4,40
Noyer vert..........	5,20	Noyer vieux..........	4,60
Epicéa vert..........	5,20	Epicéa vieux..........	4,60

Les bois de chêne et de châtaignier, trop riches en tannin, ne nous ont pas donné

jusqu'à présent de résultats concluants et, pour le noyer, la macération a été faite avec seulement 1g de bois.

Les chiffres ci-dessus montrent que, pour une espèce donnée, quand on considère des échantillons de bois vert d'origines différentes, le pH de la macération varie dans certaines limites qu'il est facile de préciser. Lorsque le bois vieillit, le pH de la macération se modifie, le bois devient en général plus acide et la macération est d'un pH bien inférieur à la limite des variations du bois vert. La différence est telle qu'elle permet de caractériser l'un et l'autre.

Ces observations nous conduisent aux conclusions suivantes :

1° Le bois vieilli en chantier, suivant la pratique courante, présente une constitution chimique différente de celle du bois vert de la même essence, même ayant subi une dessiccation artificielle.

2° Le changement dans la constitution chimique du bois peut être mise en évidence soit par l'observation microscopique, soit par la mesure de la concentration en ions hydrogènes de la partie soluble dans l'eau. Par cette dernière méthode, il est possible de différencier rapidement un bois vieux d'un bois vert de la même espèce.

GÉOLOGIE. — *Découverte du Pliocène inférieur marin dans l'île de Nikaria (mer Égée).* Note [1] de M. **Const. A. Kténas**, transmise par M. Charles Depéret.

La mission de l'Université d'Athènes pour l'exploration géologique de l'île de Nikaria, dans la mer Égée orientale, en 1924 et 1925, a pu y constater la présence de couches marines du Pliocène inférieur. La présente Note donne les caractéristiques de ce gisement.

L'île de Nikaria d'une longueur de 40km se trouve dans le prolongement, vers l'Ouest, de l'île de Samos, dont elle est séparée par un canal large de 18km. Elle est formée de granite gneissique, et de couches cristallophylliennes appartenant aux systèmes M_1, M_2 et M_3 [2]. Ce n'est que dans la partie sud-orientale de l'île qu'apparaît le Néogène; il s'y présente au bord

---

(1) Séance du 14 mars 1927.

(2) Const. A. Kténas, *Les plissements d'âge primaire dans la région centrale de la mer Égée* (*Compte rendu du XIIIe Congrès géol. intern.*, 1, 1923, p. 571. *Contribution à l'étude géologique de la presqu'île d'Erythrée* (Asie Mineure) (*Annuaire de la Faculté des Sciences*, Athènes, 1, 1925, p. 57).

de la mer, sur une bande étroite et discontinue d'une longueur d'environ 6km.

La puissance de couches néogènes est difficile à apprécier. Elles sont fortement disloquées et plongent, parfois, comme dans le district de Paraguia Kéramé, sous un angle de 80°. Vers le Nord et l'Ouest, le Néogène bute partout contre les couches de marbre et de schistes lustrés du système M_3 qui composent l'extrémité orientale du mont Atheras.

A la constitution lithologique du Pliocène inférieur prennent part : 1° des couches conglomératiques dont les galets bien roulés, de la grandeur maximum du poing, sont formés de marbre, plus rarement de quartz ou de roches gneissiques kaolinisées ; 2° des grès grossiers et des grès à éléments très fins, dont le ciment est presque toujours calcaire ; 3° des calcaires marneux très compacts et bien stratifiés.

En résumé, le Pliocène comporte à l'île de Nikaria des dépôts détritiques littoraux associés à des sédiments marno-calcaires jaunes très développés.

L'âge plaisantien-astien de ces couches est défini par une faune de Cardiides, riche en individus mais pauvre en espèces ; elle se trouve de préférence dans les grès calcaires à éléments très fins. M. Depéret, qui a bien voulu déterminer mes matériaux, a conclu de leur examen que c'est une faune d'un faciès marin, légèrement saumâtre, qui rappelle le Pliocène inférieur du sud d'Athènes. A part quelques *Cardium* et *Auriculidés* peu déterminables spécifiquement, M. Depéret a reconnu la présence de *Cardium* (*Limnocardium*) *bollenense* Mayer, *Syndosmya alba* Wood et *Venus ovata* Penn.

Le Pliocène marin est arasé, dans le district de Démonopétra, par une surface d'abrasion marine située quelques mètres au-dessus du niveau de la mer. Cette terrasse, très faiblement inclinée vers la mer, est couronnée par des couches quaternaires de poudingues, d'une dizaine de mètres d'épaisseur. Les éléments détritiques sont souvent angulaires et atteignent parfois des dimensions considérables.

Cet ensemble de faits communique à la paléogéographie de Plaisancien dans la mer Égée une nouvelle physionomie. En effet, nos connaissances sur la mer du Pliocène ancien se bornent aujourd'hui à l'existence des dépôts marins dans le sud du Péloponnèse, signalés par l'Expédition de Morée ; puis à Raphina en face l'île d'Eubée : à l'île de Milo (collection Université Athènes) et enfin dans l'île de Crète, où ils ont été étudiés en détail par M. Cayeux [1]. En outre, dans les détroits pliocènes de Corinthe et de

---

[1] *Existence du Pontique marin dans l'île de Crète* (*Comptes rendus*, 151, 1911, p. 981); *Les transformations du massif des Cyclades à la fin des temps tertiaires* (*ibid.*, p. 1796).

Mégare, l'intervention de la mer se manifeste presque dès la base de la série pliocène, comme cela a été établi par les recherches de M. Depéret [1].

La présence des couches marines à l'île de Nikaria fait ressortir que la région comprise entre les Cyclades et l'Attique, à l'Ouest, et les côtes de l'Asie Mineure, à l'Est, n'était pas soumise partout à un régime lagunaire (dépôts levantins); la mer, au début du Pliocène, pénétrait déjà jusqu'au détroit situé entre les îles de Nikaria et de Patmos [2].

CYTOLOGIE. — *Observation vitale de la caryocinèse.* Note de M. **P. Martens**, présentée par M. Guignard.

Utilisant principalement des styles en développement d'*Arrhenatherum elatius*, nous avons étudié *sur le vivant* et pu suivre, sans interruption, toutes les phases de la caryocinèse. Nous résumons ici quelques-uns de nos résultats.

1° *Prophase.* — Tout au début de cette période, le noyau contient une sorte de réseau, à mailles un peu plus larges et plus écartées qu'en interphase [3]; ces mailles elles-mêmes sont formées de filaments très minces, simples, indivis, très finement zigzagants et reliés çà et là par des filaments rectilignes également très minces. Les filaments en zigzag sont fréquemment interrompus et il n'y a aucune indication de *spirème continu*. Ensuite le noyau grandit et le calibre des filaments augmente; mais les transformations intrachromosomiques et, entre autres, les détails du clivage longitudinal sont peu décelables.

Vers la fin de la prophase, on distingue de moins en moins la membrane nucléaire et l'on assiste à la disparition progressive des filaments d'union. Les anses chromosomiques sont fréquemment perpendiculaires au grand axe de la cellule et parallèles à la future plaque équatoriale; dans ce cas, on peut voir tous les chromosomes *subir une lente conversion*, de façon à s'orienter tous perpendiculairement à l'équateur. Il semble même que c'est le noyau tout entier qui se déplace plutôt que les chromosomes au sein du suc

(1) *Observations sur l'histoire géologique pliocène et quaternaire du golfe et de l'isthme de Corinthe* (*Comptes rendus*, 156, 1913, p. 427).

(2) A l'île volcanique de Patmos, M. Desio a constaté la présence d'un gisement restreint de calcaire néogène marin dont l'âge exact ne peut pas être déterminé (*Bolletino Società geol. ital.*, 43, 1924, p. 115).

(3) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 615.

nucléaire. L'achèvement de cette conversion coïncide avec la fin de la prophase. L'ensemble de ces transformations prophasiques dure 35 à 45 minutes, dont 5 environ pour le mouvement de conversion final.

2° *Métaphase et anaphase.* — On ne peut rien distinguer du fuseau au cours de ces deux périodes. La plaque équatoriale reste visible pendant 7 à 10 minutes; après quoi, le début de dissociation dicentrique des moitiés longitudinales produit une image assez brouillée qui persiste 3 à 5 minutes. L'ascension polaire se précise alors et les deux groupes chromosomiques, s'écartant lentement l'un de l'autre, laissent entre eux un phragmoplaste en tonnelet, très clair et *parfaitement homogène*. Les chromosomes sont longs, grêles, sinueux et d'insertion diverse.

3° *Télophase.* — L'ascension polaire achevée — elle dure de 15 à 20 minutes, — on voit se former la *plaque cellulaire*. Elle apparaît dans la région équatoriale du phragmoplaste — d'abord à sa périphérie (?), puis de part en part, — sous forme d'une ligne foncée, ondulante, *homogène*, sans granulation discernable; on ne distingue pas de fibres d'union.

Entre temps, les chromosomes de chaque groupement polaire se sont encore rapprochés *latéralement* et l'on peut voir les « bouts » de chromosomes les plus longs, ceux qui émergent encore du groupement du côté équatorial, *se recourber lentement vers le pôle* contre ce groupement, jusqu'à se loger complètement à l'intérieur de celui-ci. Il est certain qu'au stade de rapprochement latéral *maximum*, — qui se prolonge 3 à 5 minutes, — un certain espace libre persiste encore entre les divers chromosomes; après quoi se produit un écartement progressif. *Il n'y a donc pas, en fait, de vrai tassement polaire* impliquant un *contact latéral* étroit.

Dans le noyau fille en accroissement, les chromosomes écartés conservent d'abord leur forme et leur allure de bâtonnet massif et, entre leurs anses, apparaissent d'emblée, au sein d'un suc nucléaire très clair, — et 10 à 15 minutes après la fin de l'anaphase, — les premières *anastomoses filamenteuses*. Peu nombreuses d'abord, elles se multiplient au cours de la télophase jusqu'à former, à la fin de celle-ci, un véritable réseau dont les mailles englobent les anses chromosomiques. Ces dernières subissent concurremment une transformation progressive. Elles s'allongent, prennent des allures contournées. Bientôt elles paraissent s'amincir en certains points, perdre une partie de leur substance et ne plus laisser subsister qu'une sorte de squelette *filamenteux*, toujours plus ou moins « zigzagant » et dont la netteté croît avec le temps. Ceci s'observe 20 à 35 minutes après la fin de l'ascension polaire.

A partir de ce moment, l'examen vital prolongé d'une télophase en cours ne laisse plus discerner que l'*accentuation* des phénomènes précédents, et bientôt il devient pratiquement impossible de distinguer les filaments d'union d'avec ceux qui appartiennent aux bandes chromosomiques. Le réseau interphasique *n'est donc que l'ensemble des chromosomes télophasiques* — à peine plus évolués — et dont les mailles filamenteuses sont reliées par des filaments d'union.

Grâce à une technique appropriée, il est possible de soumettre chacun des stades cinétiques à l'action contrôlée des fixateurs sous l'objectif même, l'œil ne quittant pas l'oculaire et suivant donc, seconde par seconde, l'effet de la fixation. Ces expériences ont montré qu'une fixation adéquate ne bouleverse ni ne déplace jamais les éléments de la figure cinétique observables sur le vivant, qu'elle *précise et accentue* ceux-ci sans les transformer et sans créer (à part certains détails) de *structure chromosomique* nouvelle. Elle n'est responsable, ni de l'allure finement zigzagante des filaments minces indivis du début de la prophase, ni des anastomoses interchromosomiques de la prophase et de la télophase, ni de la structure des bandes télophasiques. Par contre elle amincit ces mêmes anastomoses interchromosomiques; elle accentue l'aspect de tassement polaire; enfin, elle fait apparaître les filaments fusoriaux.

BOTANIQUE. — *Influence du calcium sur le* Penicillium glaucum. Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

En suivant la manière dont, au seul point de vue morphologique, se comporte un végétal placé dans diverses solutions plus ou moins nutritives, on peut en déduire des remarques qui laissent parfois quelques doutes sur les conclusions que l'on tire du simple examen du poids sec.

C'est ainsi qu'il est admis, en général, que le calcium n'est d'aucune utilité pour la nutrition de certaines Mucédinées telles, par exemple, que le *Penicillium glaucum*, cette moisissure bleue si répandue partout. Or, ainsi que j'ai pu le constater, si l'on cultive ce *Penicillium* sur du liquide de Raulin (stérilisé), liquide où ne figure aucun composé du calcium, on n'obtient, par exemple, au bout d'une dizaine de jours (à la température d'environ 20°), qu'un mycélium stérile, c'est-à-dire blanc, et ne présentant que de vagues traces de taches bleues, tandis que, si on le cultive dans du liquide de Raulin additionné d'une petite quantité (environ 0,5 pour 1000) d'un sel de calcium

(nitrate, sulfate, chlorure) [1], le mycélium est, au moins, aussi abondant (du moins à l'aspect), et, en outre, se couvre d'un très copieux tapis de conidies bleues. Je crois que l'on peut conclure de ces expériences que si, à ce que certains assurent, le calcium n'est pas « indispensable » à la bonne végétation du mycélium, il est, par contre, très utile à la formation des conidies, organes de multiplication de la Mucédinée, ce qui, au point de vue purement botanique, voire même biologique, présente un grand intérêt.

Je crois donc, en résumé, qu'il est inexact de dire que le calcium est *inutile* au *Penicillium glaucum,* puisque sa présence est *nécessaire* à la bonne formation des conidies [2].

On pourrait avoir quelques doutes sur cette action « indispensable » à ce fait que, sur le liquide de Raulin sans calcium, le mycélium du *Penicillium* présente quelques vagues traces de teintes bleues, évidemment produites par de rares appareils conidiens, tout au moins rudimentaires. Mais, à cette objection, on peut répondre qu'en réalité le liquide de Raulin n'est pas *rigoureusement* exempt de calcium, lequel se trouve, en quantités minimes, dans les produits, dits « chimiquement purs » par les commerçants, dont le mélange le constitue et, notamment dans le sucre qui en contient parfois, d'après Mlle Th. Robert, jusqu'à 2^{mg} pour 100^{g}. De plus, les conidies avec lesquelles on ensemence le liquide en renferment, peut-être, aussi une minuscule quantité et, en outre, le mycélium peut, vraisemblablement, en puiser dans le verre des vases (fioles d'Erlenmeyer) où croît la moisissure; on a d'ailleurs une preuve manifeste — presque une confirmation — de cette hypothèse à ce fait que, si, dans un liquide Raulin (sans calcium) des débris de mycélium viennent à se coller sur la paroi du vase, on les voit peu à peu bleuir et se couvrir de conidies [3].

---

[1] Eau, sucre, acide tartrique, nitrate d'ammoniaque, phosphate d'ammoniaque, carbonate de potassium, carbonate de magnésie, sulfate d'ammoniaque, de zinc, de fer, silicate de potassium.

[2] Très net avec le nitrate et le sulfate, le fait l'est moins avec le chlorure qui, par ailleurs, devient rapidement toxique si l'on en augmente la dose.

[3] A noter qu'il ne faudrait pas généraliser et croire que ces faits sont applicables à *toutes* les Mucédinées; c'est ainsi que, pour la formation des conidies du *Sterigmatocystis nigra*, la présence ou l'absence de calcium m'a semblé tout à fait indifférente (du moins sous la forme de nitrate, seul composé calcique que, jusqu'ici, j'ai utilisé).

BIOLOGIE AGRICOLE. — *Apparition brusque d'une orge à barbes lisses.* Note [1] de M. E. **Miège**, présentée par M. Roux.

Une orge Gulkorn pure (*Hordeum distichum nutans* L.), maintenue depuis 1921 en culture pédigrée à Rabat et, simultanément, à 1000^m d'altitude à partir de 1924, a donné naissance, cette même année et dans cette dernière Station, à une plante dont tous les épis étaient pourvus de barbes parfaitement lisses, tandis que l'ensemble de la récolte continuait de porter, comme son ascendance, des barbes franchement épineuses. Les grains des deux catégories furent semés, à la fois à Rabat et dans le Moyen Atlas, en 1925 et en 1926; l'examen des générations successives a donné lieu aux constatations suivantes :

1. Alors qu'habituellement les orges dites « à barbes lisses » possèdent, en réalité, de petites épines à leur partie supérieure, les barbes de la plante subitement apparue en 1924 étaient complètement dépourvues de dents sur toute leur longueur. La descendance de cette plante est devenue légèrement rugueuse, en première génération, dans les deux stations. En altitude, la F_2 a accentué ce retour au caractère épineux qui, sur le littoral, est devenu considérable, aussi marqué que dans la variété originelle et à peu près semblable à celui des orges ordinaires à deux et à quatre rangs; toutefois, une plante épineuse de la récolte faite à Rabat en 1926 portait un épi, d'ailleurs complètement échaudé, dont les barbes étaient parfaitement lisses. Contrairement aux observations de Colin et Trouard-Riolle [2] et de Vavilov [3], il y a donc eu retour, partiel en F_1, et presque total en F_2, au type rugueux.

2. Dans les deux générations, la perte d'épines a été associée à la modification de plusieurs caractères, en particulier : augmentation de la longueur des grains (qui passe de 9 à 10^{mm}), diminution de la compacité des épis (qui s'abaisse de 32-33 à 26-25), accentuation du port *nutans*, augmentation de la fragilité et de la finesse des barbes (de $0^{mm},9$ à $0^{mm},6$), diminution sensible de leur longueur (de 14^{cm} à 11^{cm} et même 8,75), accroissement de la longueur et de la fragilité des glumes, de la grosseur de la tige et des grains, qui sont normalement constitués.

3. La plante anormale trouvée en 1924 peut provenir d'une mutation par perte, origine probable des orges à barbes lisses selon R. Regel (1908), ou d'un croisement spontané entre deux orges à barbes rugueuses cultivées côte à côte (Gulkorn et escourgeon indigène), cas le plus fréquent et le plus vraisemblable d'après Vavilov [3].

---

[1] Séance du 14 mars 1927.

[2] *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1854, et **180**, 1925, p. 1129.

[3] *De l'origine de l'orge à barbes lisses* (*Bull. Bur. Botan. appl.*, Leningrad, 1922, p. 201).

L'étude poursuivie depuis six ans, de la variation des espèces élémentaires d'orges sous le climat marocain, et celle de six variétés à barbes plus ou moins lisses, laissent supposer que les facteurs écologiques et les conditions climatériques annuelles ne sont pas sans influence sur les mutations de ces caractères.

BIOLOGIE VÉGÉTALE — *Libération, par voie traumatique, de la symbiose fungique de plantules de Cattleyées.* Note de M. **Robert Lami**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Le Moucheron du Polypode (*Sciara* sp.) est introduit dans les serres à orchidées avec les racines de Polypode, qui, mélangées au Sphagnum, constituent un des meilleurs compost pour la culture des orchidées adultes. Ses larves causent souvent de grands dégats aux jeunes semis de Cattleyées qu'elles peuvent attaquer depuis les premiers stades du protocorme jusqu'au moment de l'apparition des racines.

Les œufs de cet insecte sont déposés dans le compost employé pour le semis ou le repiquage des jeunes plantules; ce compost est constitué généralement par un mélange de Sphagnum et de Polypode haché ou par des déchets pulvérulents de coir. Les larves lucifuges qui en éclosent vivent et se déplacent dans la profondeur du compost, et s'y nourrissent principalement des filaments mycéliens divers, y compris ceux de *Rhizoctonia*, qui abondent dans ce compost.

La nuit, ou par une lumière atténuée, les larves remontent quelquefois à la surface du compost et broutent, par la partie inférieure, le voile de mycélium qui s'y étend.

Il arrive alors fréquemment qu'une larve rencontre un protocorme ou une plantule plus ou moins développée. Généralement, elle l'attaque par la base et ronge la partie postérieure (basale) du protocorme. Si souvent elle dévore l'intérieur du protocorme et le vide totalement, ses ravages sont quelquefois plus limités.

Nous avons observé des protocormes ayant dépassé le stade toupie et possédant une ou deux feuilles, dont les larves de *Sciara* n'avaient dévoré que la partie inférieure, seule région de la plantule contenant le Rhizoctone symbiotique. Les plantules ainsi lésées deviennent parfaitement asymbiotiques, ainsi que les coupes pratiquées nous l'ont montré après coloration au bleu coton.

Si ces plantules, devenues asymbiotiques, sont maintenues dans des conditions d'humidité exagérées, une infection bactérienne et mycélienne s'établit et ne tarde pas à les faire périr. Si, au contraire, elles sont tenues dans un état de siccité suffisant, sans être excessif, la plaie peut se cicatriser et la plantule continuer à vivre. Dans ce dernier cas, quelques semaines plus tard, la première racine se développe latéralement comme chez des plantules non lésées. Dans quelques cas, nous avons observé le départ de la racine sur la surface cicatricielle, à la partie inférieure du protocorme. La racine continue à croître, les feuilles se développent et la plantule, parfaitement viable, continue son évolution normale.

Nous avons recherché si, dans de telles plantules, il ne se produisait pas une invasion secondaire de Rhizoctone, mais ni dans ce qui subsistait du protocorme, ni dans la première racine, nous n'en avons trouvé trace.

Cette absence d'invasion secondaire peut s'expliquer par le fait que la première racine et la partie qui subsiste du protocorme possèdent de la chlorophylle, car, chez les Cattleyées, les Rhizoctones n'envahissent aucun organe possédant une quantité appréciable de chlorophylle (feuilles, rhizomes, racines aériennes ou superficielles). Il est également possible d'admettre qu'une sorte de vaccination anti-rhizoctonienne soit produite par la période de symbiose, et que les plantules soient immunisées, au moins un certain temps, contre une invasion secondaire du Rhizoctone.

En conclusion, il nous semble devoir résulter de ces observations que la symbiose de l'embryon, puis du protocorme, avec un Rhizoctone, symbiose qui provoque la germination, ne soit pas nécessaire à la croissance des feuilles et au développement des racines de la plantule quand cette dernière est devenue capable d'assimiler.

Il nous semble également légitime d'étendre cette conception, et d'en déduire que la symbiose n'est pas davantage indispensable pour que des Cattleyées adultes, possédant tous les organes végétatifs d'une plante normale, puissent accomplir leur cycle végétatif complet sans l'aide d'une symbiose fongique.

CHIMIE AGRICOLE. — *Les rapports pondéraux des corps réagissants dans les floculations colloïdales* Note de M. J. **Dumont**, présentée par M. G. André.

On admet généralement que la formation des *gels colloïdaux* nécessite une petite quantité d'ions floculants.

Or les *émulsoïdes* ou *suspensoïdes* naturels, qui sont des complexes hétérogènes, réagissent partiellement, au contact des floculants, et la loi de proportionnalité n'est pas alors évidente. Il peut arriver qu'une fraction seulement de leurs composants soit réellement coagulée par l'électrolyte; mais il suffit qu'un des principes constitutifs soit floculé pour qu'il entraîne *ipso facto* toutes les matières en suspension. En rapportant à l'ensemble du gel ou du coagulum la totalité des *ions* qui forment les *combinaisons d'absorption*, on s'expose donc à commettre de grossières erreurs dans l'interprétation générale des phénomènes de cette nature.

A titre d'exemple, considérons des suspensions d'*argile brute* extraite de différents sols par la méthode Schlœsing; elles représentent un mélange, en proportions parfois très variables, de *matières surlimoneuses* et *colloïdales* séparables par centrifugation rapide [1]. Quelle quantité de floculant faudra-t-il employer pour coaguler un égal volume d'*argile brute* et d'*argile pure* ou colloïdale débarrassée du surlimon?

Les expériences qui vont être rapportées montrent qu'il n'y a pas une rigoureuse proportionnalité entre les masses réagissantes, puisque les écarts observés pour les doses limites nécessaires aux floculations dépassent rarement 15 à 25 pour 100, même lorsque la quantité de *surlimon* contenu dans l'argile brute est cinq fois plus forte que celle du colloïde argileux. Il suffit, pour s'en convaincre, de parcourir le Tableau suivant :

Matières argileuses (origine et constitution).	Réactifs employés (0,1 N).	Rapports pondéraux $\frac{\text{floculant}}{\text{argile}}$.	Rapports pondéraux $\frac{\text{floculant}}{\text{colloïde}}$.
a. Terre franche (Grignon):	AmCl..........	0,79	1,87
Surlimon 0,081	KCl............	0,95	2,59
Colloïde 0,019	NaCl...........	1,20	3,12
Rapport 4,263	$CaCl^2$...........	0,16	0,36
	$MgCl^2$..........	0,17	0,41
b. Terre sablo-limoneuse :	AmCl..........	0,82	2,06
Surlimon 0,079	KCl............	0,91	3,15
Colloïde 0,021	NaCl...........	1,14	3,50
Rapport 3,769	$CaCl^2$...........	0,17	0,41
	$MgCl^2$..........	0,19	0,43
c. Terre limono-argileuse :	AmCl..........	0,86	2,33
Surlimon 0,062	KCl............	1,15	4,02
Colloïde 0,038	NaCl...........	1,69	4,56
Rapport 1,631	$CaCl^2$...........	0,24	0,51
	$MgCl^2$..........	0,25	0,55

(1) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 131.

Il a été employé, pour chaque floculation, 50^{cm^3} d'une suspension contenant 2^g d'argile brute par litre et 50^{cm^3} de réactif décinormal, sauf pour les chlorures de magnésium et de calcium, dont le pouvoir floculant est plus élevé : ce qui a permis de ramener la concentration à 0,01 N.

Les mêmes essais furent répétés sur un égal volume de suspension argileuse débarrassée du surlimon par centrifugation rapide (6000 tours). On sépara les *gels* au centrifugeur, et l'on détermina leur poids respectif par lequel on divise la masse réellement active ([1]) des floculants pour établir, avec toute l'exactitude désirable, les *rapports pondéraux*.

Il résulte visiblement de nos expériences :

1° Que les rapports pondéraux entre les corps réagissants varient spécifiquement et croissent avec la richesse colloïdale des argiles, mais sans relation absolue avec les rapports du surlimon au colloïde;

2° Que les doses limites de floculants ne sont pas étroitement subordonnées à la composition physique des matières argileuses, bien qu'elles dépendent de leur nature ou de leur origine;

3° Que les composants argileux des sols représentent soit un *mélange colloïdal*, formé de colloïdes électronégatifs avec tendance à la dispersion, soit un *complexe colloïdal*, résultant de la combinaison de colloïdes à charges électriques contraires, avec tendances amphotériques.

On s'expliquerait ainsi pourquoi la détermination des *pouvoirs floculants* par différents auteurs conduit à des rapports variant parfois de 1 à 30 pour les mêmes électrolytes.

PHYSIOLOGIE. — *La nutrition azotée des Mucorinées. Assimilation des sels ammoniacaux.* Note de M. **D. Bach**, présentée par M. Guignard.

Dans ses recherches classiques sur les Mucorinées de Norvège, Hagem ([2]) a établi que, sauf de rares exceptions, ces moisissures sont incapables d'assimiler les nitrates et que l'azote ammoniacal constitue généralement une

---

([1]) On a déterminé la masse active par différence entre la concentration initiale du réactif floculant et celle du liquide obtenu après floculation; celle-ci exige généralement un excès de floculant, ce qui rend difficile la détermination des *doses limites* au-dessous desquelles la réaction n'a pas lieu.

([2]) O. Hagem, *Skrift. utg. af Vidensk-Gelsk. i. Christiania* (*Math. Naturw.-Kl.*, 4, 1910, p. 26).

bonne source d'azote pour elles. Ritter [1] a montré sur quatre espèces : *Rhizopus nigricans*, *Mucor spinosus*, *Mucor racemosus*, *Thamnidium elegans*, que les sels ammoniacaux d'acides organiques étaient préférables aux sels d'acides forts, à cause de leur moindre dissociation. Mais ces recherches, effectuées avant que l'on ait l'habitude de mesurer la concentration ionique des milieux, ne sont pas toujours interprétées correctement. C'est ainsi que Ritter ayant observé la disparition des cellules géantes dans les cultures, où il remplaçait le sulfate d'ammoniaque par la peptone, attribue ce résultat à une sorte de propriété spécifique de l'azote organique, alors qu'il s'agit d'une moindre acidification du milieu.

J'ai repris l'étude de l'assimilation des sels ammoniacaux sur un grand nombre de Mucorinées : *Mucor Mucedo* Linné, *Mucor spinosus* Van Tieg., *Mucor racemosus* Fres., *Mucor Christianensis* Hagem, *Mucor circinelloides* Van Tieg., *Mucor fuscus* Bainier, *Rhizopus nigricans* Ehrenberg, *Rh. tritici* Saito, *Rh. minutus* Bainier, *Rhizopus sp.*, *Absidia cærulea* Bainier, *Absidia dubia* (Bainier) Lendner, *Absidia glauca* Hagem, *Lichteimia corymbifera* (Costantin et Lucet) Vuillemin, *Lichteimia sp.*, *Phycomyces splendens* Fries, *Cunninghamella echinulata* Thaxter, *Thamnidium elegans* Link, *Chætostylum Fresenii* Van Tieg. et Le Monnier, *Helicostylum piriforme* Bainier, *Circinella spinosa* Van Tieg. et Le Monnier, *Circinella umbellata* Van Tieg. et Le Monnier, *Glomerula repens* Bainier, *Syncephalastrum cinereum* Bainier.

Ces espèces ont été cultivées sur le milieu suivant :

	g
Phosphate monopotassique	1,36
Chlorure de potassium	0,745
Sulfate de magnésie	0,492
Sulfate de zinc	0,01
Sulfate de fer	0,01
Sulfate d'ammoniaque	6,70
Glucose	40
Eau redistillée	1000

Le milieu est réparti, à la dose de 25^{cm^3}, dans des fioles coniques de 250^{cm^3}, en verre France, ajusté à pH 6,4 par la soude N/5 et stérilisé à 110°, à l'autoclave, pendant 20 minutes. Pour chaque espèce, on ensemence 8 fioles que l'on retire de l'étuve (étuve à 24°) deux par deux, les 3ᵉ, 6ᵉ, 9ᵉ et 15ᵉ jours. Dans une autre série d'expériences, ce milieu a été additionné de 1 pour 100

(1) G. Ritter, *Ammoniak und Nitrat als Stickstoffquelle für Schimmelpilze* (*Ber. d. deut. bot. Gesell.*, 49, 1911, p. 570).

de citrate de soude, comme tampon. Ce dernier milieu possède, sans ajustage, un pH voisin de 6,4.

D'une façon générale, j'ai obtenu un développement médiocre avec toutes les espèces (pratiquement nul avec *Chætostylum Fresenii*, *Phycomyces splendens*, *Lichteimia corymbifera*, *Lich. sp.*). Les récoltes, au quinzième jour, oscillaient autour de 4 à 5^{cg}, avec un pH voisin de 3 à 2,4. Quelques espèces seulement : *Rhizopus nigricans*, *R. tritici*, *R. minutus*, *R. species*, *Absidia cærulea*, *A. dubia* fournissent des récoltes de l'ordre de 8 à 10^{cg}, pendant que le pH s'abaisse à 2 environ. L'aspect des cultures rappelle celui que j'ai décrit [1] chez l'*Aspergillus repens* cultivé dans les mêmes conditions : mycélium immergé, formé de flocons ou d'amas glaireux, sans appareils reproducteurs et constitué presque uniquement par des cellules géantes. Ces résultats, somme toute défavorables, sont essentiellement dus à l'acidification intense qui résulte de l'accumulation de l'acide sulfurique dans le milieu, c'est-à-dire au pH atteint par les cultures. On remarquera que les chiffres obtenus sont sensiblement inférieurs à ceux qui ont été donnés pour la plupart des moisissures étudiées dans les mêmes conditions. Les Mucorinées, le fait est bien connu, sont relativement sensibles à l'acidité des milieux.

Dans la série de milieux additionnés de citrate de soude, les résultats sont tout différents. La culture présente ici, sauf de rares exceptions, l'allure que j'ai déja décrite chez l'*Aspergillus repens :* développement rapide d'un voile épais, solide, se couvrant d'un gazon sporangifère plus ou moins élevé. Le milieu s'acidifie régulièrement jusqu'à pH 4, pH 3, puis, quand tout le sucre est consommé, le champignon s'attaque à la molécule citrique, le milieu s'alcalinise brusquement jusque vers pH 8 environ. Le mycélium subit alors une perte considérable de poids par autolyse. Dans les cas les plus favorables : tous les *Rhizopus*, les *Absidia, Cunninghamella echinulata*, *Helicostylum piriforme*, les récoltes atteignent 30, 35 et même 39^{cg}. Par contre, quelques espèces *Lichteimia corymbifera*, *Lich. species*, *Chætostylum Fresenii* ne donnent qu'un développement misérable, de l'ordre de quelques milligrammes.

En résumé, les sels ammoniacaux d'acides minéraux forts constituent une source d'azote médiocre pour les Mucorinées. Le fait est dû à l'acidification intense des milieux. L'addition d'un tampon, comme le citrate de soude, en s'opposant à cette acidification, permet généralement d'obtenir le développement régulier de ces espèces.

---

[1] D. Bach, *Thèse de Sciences*, Paris, 1925.

PHYSIOLOGIE. — *De l'excitabilité des centres nerveux en fonction de leur charge en acide chlorhydrique*. Note [1] de MM. **L. Ambard** et **F. Schmid**, présentée par M. Henneguy.

Dans le domaine de la physiologie générale et de la clinique, la charge des centres nerveux en acide chlorhydrique nous paraît présenter une importance hors pair pour l'excitabilité de ces centres.

Ses effets peuvent se résumer en cette double proposition que tout excès de la charge chlorée des centres au-dessus de la normale donne des phénomènes d'hyperexcitation : réactions vasomotrices produisant l'hyperpression sanguine, hyperventilation pulmonaire, hyperexcitation psychique, et hyperexcitations motrices pouvant aller jusqu'aux convulsions, etc., tandis que tout déficit de la charge chlorée des centres donne exactement l'inverse de tous les phénomènes précités.

Quelques-unes de nos Communications antérieures avaient été un acheminement vers cette idée; nous l'avons précisée à propos des faits d'hyperventilation pulmonaire dans une Communication récente [2]; nous voudrions ici la présenter sous son aspect général.

Nous ne pouvons qu'indiquer dans la présente Note le mécanisme de la charge chlorée des centres. Il se ramène selon nous à un processus général depuis longtemps qualitativement reconnu en partie à propos de la genèse de la réserve alcaline et dont nous proposons l'équation générale quantitative suivante :

$$\text{Alb.HCl} \rightleftharpoons \frac{\text{NaCl} \times \text{CO}^3\text{H.H}}{\text{HCl} \times \text{CO}^3\text{H.Na}} = \text{K}.$$

Cette équation associe deux états d'équilibre couplés par HCl. Le premier état d'équilibre fait prévoir que, toutes choses étant égales du côté de NaCl, l'acide combiné aux albumines (car HCl libre est toujours très petit) croît en fonction de la racine carrée de CO^3HH (et de tout autre acide, à la condition qu'il soit moins fort que HCl) et que, inversement, toutes choses étant égales du côté de CO^3HH, l'acide combiné aux albumines croît en fonction de la racine carrée de NaCl. Le second état d'équilibre (entre albumine + HCl et HCl libre) fait prévoir que le rapport précédent sera

---

[1] Séance du 28 février 1927.

[2] *Société médicale des Hôpitaux de Paris* (séance du 28 janvier 1927), 43, 3 février 1927, III, p. 75, 82.

affecté d'un léger décrément, lorsque la charge acide des albumines augmente. L'expérimentation *in vitro* confirme rigoureusement l'exactitude de cette formule.

Nous allons en montrer l'application aux phénomènes biologiques.

1° *Cas d'un organisme chez lequel la concentration de* NaCl *des humeurs étant initialement normale, le taux des acides sanguins augmente.* — Ce sera le cas par exemple d'un azotémique. On admet que chez un tel sujet le taux des acides sanguins autres que l'acide carbonique croît avec le taux de l'urée sanguine. De ce fait il y a donc majoration d'un des facteurs de la charge des albumines en HCl, d'où hyperexcitation nerveuse et notamment des centres respiratoires, hyperventilation pulmonaire, chute de CO^2 sanguin et par suite de la réserve alcaline, mais aussi hyperexcitation des centres vasomoteurs causant de l'hyperpression sanguine et excitation cérébrales pouvant aller jusqu'aux convulsions (urémie éclamptique).

2° *Cas où,* NaCl *des humeurs étant initialement normal, le taux des acides sanguins autres que* $CO^3H.H$ *est normal, mais où l'on abaisse le taux de* $CO^3H.H$. — C'est l'expérimentation qui réalisera au mieux cette éventualité. A cette fin il suffira de pratiquer une hyperventilation alvéolaire artificielle. L'expérience a été faite depuis longtemps par Schiff et Mosso, plus récemment par Yandell Henderson, à toute autre fin d'ailleurs que celle envisagée ici par nous. Les auteurs ont observé l'inexcitabilité corticale, une diminution de la force des réflexes, une chute considérable de la pression sanguine et, si l'expérience est prolongée, la mort. Rien de pareil ne se passe si l'air inhalé pendant l'hyperventilation est riche en CO^2 (Yandell Henderson). Ces phénomènes étaient restés jusqu'alors énigmatiques. Notre conception en donne l'explication d'une manière en quelque sorte automatique.

L'hyperventilation chasse CO^2 du poumon, appauvrit par suite le sang en $CO^3H.H$, par suite décharge les tissus en HCl, d'où inexcitabilité des centres nerveux.

3° *Problème de l'excitant normal des centres respiratoires.* — Nous pensons qu'une expérience très simple peut montrer que la théorie classique du pH^+ est erronée et que l'excitant normal des centres respiratoires est leur charge en HCl. Si l'on fait passer un individu quelconque d'un régime déchloruré à un régime salé, la ventilation alvéolaire augmente (chute de la réserve alcaline). Or il est clair, comme le montre l'inspection de notre formule, que le pH du liquide humoral ne devient pas plus acide, mais que par contre la charge des tissus en HCl augmente.

Corollaire de l'activité des centres respiratoires sur les rapports quantitatifs du chlore et du sodium dans l'organisme. — Un sujet ingère du chlorure de sodium. Notre formule générale montre que ses tissus vont se charger en HCl en même temps qu'il se forme une quantité équivalente de CO^3HNa aux dépens du Na du NaCl. Mais la surcharge des centres nerveux en HCl provoque une surexcitation des centres respiratoires, d'où hyperventilation pulmonaire, chute du CO^2 sanguin et, comme le rein ajuste toujours le CO^3HNa sanguin au CO^2 du sang, il y aura, comme on l'a déjà vu mais sans l'expliquer, surélimination rénale de bicarbonate. D'où un enrichissement de l'organisme plus grand en Cl qu'en Na. Notre formule montre encore que le même résultat sera obtenu, si la cause de la surcharge des tissus en HCl est l'augmentation d'un acide quelconque dans l'organisme au lieu d'une augmentation de NaCl.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la mort en atmosphère suroxygénée.* Note de MM. **Ch. Achard**, **Léon Binet** et **A. Leblanc**, présentée par M. Ch. Richet.

Les expériences de Paul Bert ont montré que l'excès d'oxygène peut être nuisible à l'animal et que, lorsque la pression atteint 5^{atm}, c'est-à-dire que la tension de l'oxygène est 20 fois plus forte qu'à l'état normal, l'animal meurt. De plus les expériences de Lorrain Smith, confirmées par celles d'Adams et de Karsner ([1]), ont fait voir que l'animal vivant plusieurs jours dans de l'oxygène pur succombe avec des lésions de pneumonie.

Nous avons pu observer des faits analogues.

Des cobayes et des lapins étaient maintenus dans une chambre respiratoire d'une centaine de litres, où circulait d'une façon continue de l'oxygène pur sous la pression atmosphérique. Nous avons constaté que la proportion d'oxygène y atteignait 80 pour 100, l'acide carbonique ne s'y trouvant que de 0 à 1 pour 100. La mort survenait en 3 à 5 jours pour le cobaye, en 5 ou 6 jours pour le lapin. Dès le second jour, la respiration se ralentissait de 70 ou 60 à 40; elle devenait plus ample, puis saccadée, et une asphyxie progressive aboutissait à la mort. La mort ne résultait pas d'impuretés de l'oxygène, ni de gaz produits par les excrétions de l'animal. Des expériences

([1]) J. Lorrain Smith, *The pathological effects due to increase of oxygen tension in the air breathed* (*Journ. of Physiol.*, 24, 1899, p. 19). — A. Adams, *The effects of atmospheres enriched with oxygen repon living organisms* (*Biochem. Journ.*, 6, juillet 1912, p. 227). — H.-T. Karsner, *The pathological effects of atmospheres rich in oxygen* (*Journ. of experim. Med.*, 23, 1916, p. 149).

témoins avec un courant d'air au lieu d'oxygène n'ont causé aucun trouble respiratoire ni aucune lésion pulmonaire. D'autre part, si le taux de 80 pour 100 d'oxygène entraînait la mort, un taux de 50 pour 100 permettait la vie.

Chez quelques animaux, nous avons observé une baisse progressive de l'acide carbonique exhalé par kilogramme et par heure. Chez un lapin, cet acide carbonique est tombé de $1^g,73$ à $1^g,05$ à la 144e heure, la mort survenant à la 150e heure. Chez un second, il est tombé de $1^g,06$ à $0^g,50$ à la 120e heure, la mort survenant à la 140e heure.

Dans le sang, nous avons noté une polyglobulie avec leucocytose, aussi bien dans le sang périphérique de l'oreille que dans celui du cœur. Chez le second lapin, les globules rouges ont monté de 6850000 à 8360000 par millimètre cube en 48 heures et les globules blancs de 6600 à 11200, pour décroître ensuite un peu, les premiers à 7900000 et les seconds à 7700 à la 120e heure.

Enfin les lésions des poumons s'observaient déjà chez les animaux sacrifiés au bout de 48 heures. Tous les viscères étaient congestionnés, notamment le foie et les reins, et la précocité de cette congestion ne permet pas de l'attribuer à une stase agonique. Les poumons étaient turgescents; on y trouvait de nombreux foyers à contours polycycliques, à disposition lobulaire, au milieu de zones d'aspect sain. Dans ces foyers on ne décelait de microbes ni par frottis ni par culture. L'examen histologique montrait des capillaires interalvéolaires gorgés de sang, quelquefois rompus, de l'œdème alvéolaire et de l'infiltration leucocytaire dans les parois des alvéoles, avec des éosinophiles. L'abondance de l'œdème paraissait en relation inverse avec l'intensité de la congestion. Cet œdème pouvait envahir les bronchioles. Celles-ci, en général, conservaient leur épithélium intact.

On peut se demander si la polyglobulie est due à une concentration du sang ou à une mobilisation globulaire, comme celle que l'un de nous a étudiée avec Cardot et Williamson.

Quant à la lésion pulmonaire, on peut se demander si elle résulte d'un ralentissement circulatoire avec bradycardie, observé sous l'influence des inhalations d'oxygène par Parkinson et par Lucien Dautrebande et J.-S. Haldane (1), ou bien si l'oxygène pur est nuisible à l'alvéole pulmonaire à la façon d'un gaz irritant.

Quelle que soit l'interprétation, il résulte de ces faits que les inhalations

(1) L. Dautrebande et J.-S. Haldane, *The effects of respiration of oxygen on breataing and circulation* (*Journ. of Physiol.*, 55, 1921, p. 296).

d'oxygène pur employées en thérapeutique ne doivent pas être très prolongées, mais plutôt intermittentes, et qu'il est justifié de leur préférer souvent celles de mélanges d'oxygène avec une petite proportion d'acide carbonique, qui, d'ailleurs, y ajoute l'avantage d'un effet excito-respiratoire.

Observations de M. **Charles Richet** sur la Note précédente.

Vers 1904 j'ai fait, sans les publier d'ailleurs, d'assez nombreuses expériences sur la vie des animaux (cobayes) dans des milieux suroxygénés. Alors j'ai constaté que, même avec une proportion d'oxygène ne dépassant pas 35 pour 100, la vie des cobayes ne pouvait se prolonger au delà du cinquième jour. Ils vivent parfaitement pendant 2 ou même 3 jours; mais, après ce temps, ils meurent, avec une congestion pulmonaire intense que révèle l'autopsie.

Je les avais mis en vase clos, dans un très vaste caisson d'environ 1800^{l}. Alors j'ai d'abord supposé qu'ils étaient intoxiqués par leurs déjections devenant ammoniacales, ou par des changements dans l'état hygrométrique de l'air qu'ils respirent. Mais ils sont morts tout de même, et tout aussi vite, quand on mettait dans le caisson des vases contenant soit de l'acide sulfurique (pour absorption de l'eau et de l'ammoniaque), soit de la potasse (pour absorption de CO^2). Au reste des cobayes placés dans le caisson, sans atmosphère suroxygénée, dans un air de composition normale, peuvent vivre longtemps sans aucun accident.

On ne peut donc incriminer comme cause de la mort que l'oxygène.

Ce qui est remarquable, c'est que même avec 15 pour 100 seulement d'oxygène en plus, la mort par congestion pulmonaire (au moins chez les cobayes) est fatale avant le cinquième jour.

Si j'avais tenté cette expérience, c'est que j'espérais pouvoir faire essayer sur des malades l'influence d'une atmosphère légèrement suroxygénée. Mais, l'expérience sur les cobayes m'ayant prouvé la nocivité de la suroxygénation, je n'ai pas poursuivi ces recherches.

Depuis lors, j'ai compris qu'il devait en être ainsi. Car presque certainement la composition de l'atmosphère doit être pour les êtres vivants *un optimum*. Par conséquent tout changement dans la constitution de l'atmosphère ne pourra, selon toute vraisemblance, être que désavantageuse.

Cette expérience me l'a nettement prouvé.

PHARMACODYNAMIE. — *Antagonisme de l'hydrastinine et de l'adrénaline.* Note de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Charles Richet.

Nos recherches sur les substances antagonistes de l'adrénaline nous ont conduit à étudier l'hydrastinine qui, si l'on en croit Lundberg ([1]) contredit il est vrai sur ce point par Langecker ([2]), inverserait l'action de l'adrénaline sur l'utérus isolé de lapine.

Afin de déterminer l'action de l'hydrastinine sur le sympathique, nous avons recherché quels étaient, chez le chien hydrastinisé, les effets de l'adrénaline, tant sur la pression carotidienne et les vasomoteurs rénaux, que sur l'inotropie et la chronotropie cardiaques.

Nous avons ainsi constaté qu'à des doses fortes (32^{cg} par kilogramme) l'hydrastinine supprime totalement l'effet vasoconstricteur rénal d'une dose faible d'adrénaline ($\frac{1}{100}$ de milligramme). Nos travaux antérieurs ayant montré que les vasoconstricteurs rénaux — qui sont tout particulièrement sensibles tant à l'adrénaline ([3]) qu'à ses antagonistes — constituent un test très sensible du pouvoir sympathicolytique d'une substance, on doit admettre que les doses fortes d'hydrastinine paralysent les vasoconstricteurs sympathiques.

Cependant déjà à des doses faibles, doses qui diminuent à peine l'excitabilité des vasoconstricteurs rénaux, l'hydrastinine supprime presque totalement ou même inverse l'action hypertensive de l'adrénaline.

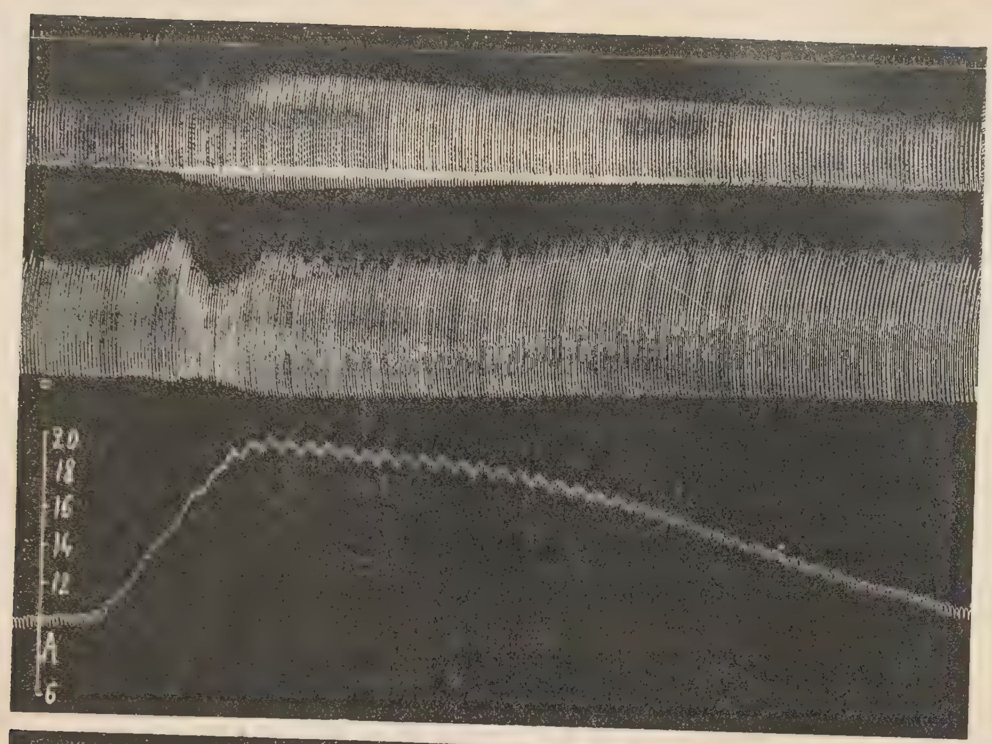
Afin de rechercher si cette modification de l'action circulatoire de l'adrénaline est d'origine cardiaque, nous avons enregistré les contractions du cœur *in situ* et constaté que chez le chien ayant reçu une dose suffisante d'hydrastinine (11^{cg},33 par kilogramme) l'adrénaline conserve son chronotropisme positif mais n'a plus d'inotropisme positif sur l'auricule et a même sur le ventricule un inotropisme négatif d'autant plus accentué que la dose d'adrénaline est plus forte ([4]).

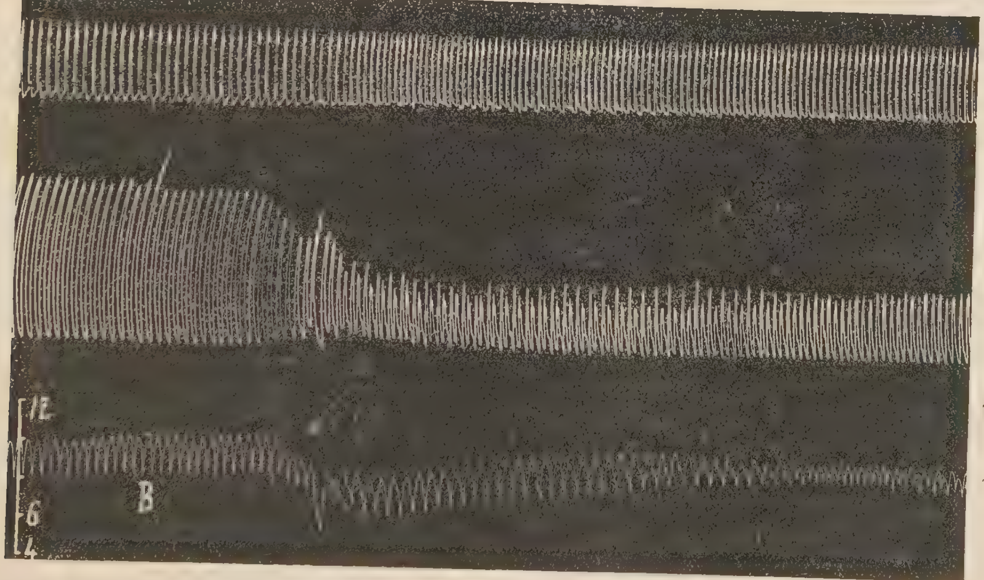
([1]) H. Lundberg, *C. R. de la Soc. de Biologie*, **92**, 1925, p. 647-649.

([2]) H. Langecker, *Arch. f. exp. Pathologie u. Pharmakologie*, **118**, 1926, p. 76.

([3]) Jonescu, *Wien. klin. Wochenschrift*, **25**, 1908, p. 513. — S. Ogawa, *Arch. f. exp. Pathologie u. Pharmakologie*, **67**, 1912, p. 89 et suiv.

([4]) Ces constatations sont en contradiction avec celles de Lundberg (*C. R. Soc. Biol.*, **92**, 1925, p. 650-653), pour qui l'hydrastinine n'aurait que très peu d'influence sur l'actioncardiaque de l'adrénaline.





Chien de $7^{kg},500$, anesthésié par le chloralosane (12^{cg} par kilogramme), ayant subi la thoracotomie, ayant ses vagues coupés et soumis à la respiration artificielle. 1re ligne : temps en secondes; 2e et 5e lignes : contractions de l'auricule enregistrées par la méthode du cœur *in situ*; 3e et 6e lignes : contractions du ventricule enregistrées par la méthode du cœur *in situ*; 5e et 7e lignes : modifications de la pression carotidienne enregistrées par le manomètre à mercure. En A : injection dans la saphène de $\frac{2}{100}$ de milligramme d'adrénaline en solution à $\frac{1}{100\,000}$ dans le sérum physiologique. En B : injection dans la saphène de la même dose d'adrénaline après administration par injections intraveineuses successives de $53^{mg},33$ par kilogramme de chlorhydrate d'hydrastinine en solution à 2 pour 100 dans le sérum physiologique. Tracés réduits de moitié.

On ne peut voir ici une action vagale de l'adrénaline analogue a celle qu'on observe après action d'un excitant parasympathique ([1]) ou après paralysie du sympathique par l'ergotamine ([2]) car, d'une part l'excitation du vague touche l'oreillette avant le ventricule ([3]), et d'autre part l'inotropisme négatif de l'adrénaline sur le ventricule du chien hydrastinisé n'est pas modifié par l'atropine.

L'inotropisme négatif de l'adrénaline sur le ventricule du chien hydrastinisé ne résulte pas davantage d'une paralysie du sympathique cardiaque puisque l'action chronotrope positive de l'adrénaline s'exerce encore normalement sur ce ventricule.

On doit donc voir là une manifestation de l'action musculaire de l'adrénaline ([4]).

PHARMACODYNAMIE. — *Action pharmacodynamique et titrage physiologique des préparations de fleurs de pyrèthre.* Note de MM. **J. Chevalier** et **Ripert**, présentée par M. J.-L. Breton.

Dans un précédent travail ([5]), l'un de nous a déjà étudié l'action pharmacodynamique des principes actifs des fleurs de pyrèthre. Il avait insisté sur les modifications que déterminent sur le système nerveux central et sur le muscle les extraits de fleurs; les travaux de Staundiger et de Ruzicka, qui ont réalisé l'isolement des pyréthrines I et II, ont permis de constater que c'est bien à ces corps que l'on doit attribuer l'action insecticide et toxique de cette plante.

D'autre part, leurs études ont permis d'améliorer l'extraction industrielle de ces principes actifs et actuellement, on peut utiliser non seulement les fleurs, mais la plante entière, pour la préparation de produits insecticides actifs.

En raison de son inocuité pour l'homme et les animaux, le pyrèthre prend une place de plus en plus importante parmi les insecticides utilisés, non seulement contre les parasites des végétaux, mais aussi contre ceux des

---

([1]) Pick, *München. mediz. Wochenschrift,* 33, 1920, p. 1081 et suiv.

([2]) C. Amsler, *Pflüger's Archiv,* 185, 1920, p. 86 et suiv.

([3]) E. Wertheimer et P. Combemale, *Arch. int. de Physiologie,* 22, 1923, p. 320.

([4]) E. Claes, *Arch. internat. de Physiologie,* 22, 1923, p. 329-344. — T. Sollmann et O. W. Barlow, *The Journal of Pharmacology,* 29, 1926, p. 233-255.

([5]) *Comptes rendus,* 176, 1923, p. 1847.

animaux et même de l'homme (poux, gale) et pour la destruction des insectes, agents de propagation de diverses maladies (puces, punaises) et en particulier des mouches (*Fly tox* des Américains).

Il importait donc de pouvoir évaluer et contrôler scientifiquement l'activité de ces préparations commerciales de pyrèthre, car si les travaux de Staundiger et Ruzicka nous ont permis d'extraire les pyréthrines et d'en étudier l'action, ils nous ont également montré que leur dosage chimique était pratiquement impossible à réaliser. Par contre, nous avons fait depuis de longs mois des essais sur des poudres diverses et sur de nombreuses préparations, qui nous permettent d'affirmer qu'en employant avec la grenouille une méthode analogue à celle utilisée pour le titrage des préparations digitaliques, on peut facilement se rendre compte de l'activité de ces produits.

La quantité de pyréthrines contenue dans 10^{cg} d'une bonne poudre de pyrèthre, extraite et reprise en émulsion gommeuse et injectée dans les sacs lymphatiques dorsaux d'une grenouille de 30^{g}, doit déterminer la mort de l'animal et l'arrêt du cœur en moins de 3 heures. Cette même émulsion dans 80^{g} d'eau mise en contact avec des Cochylis, les tue en quelques minutes (expériences faites avec Danthony).

La mort de la grenouille est précédée de phénomènes d'intoxication très caractéristiques, se traduisant par de l'hyperexcitabilité, avec mouvements incoordonnés, secousses fibrillaires des extrémités inférieures, secousses tétaniques avec rigidité non persistante, troubles respiratoires, puis paralysie progressive.

En même temps, à la période d'hyperexcitabilité, on observe, sur le cœur mis à nu, de la contracture systolique, avec intermittences et arrêts passagers; puis, en même temps que la paralysie s'établit, le cœur se régularise, se ralentit progressivement et finalement s'arrête en diastole.

Cette intoxication est tout à fait caractéristique; elle se rapproche de celle provoquée par la strychnine, mais il n'y a jamais de tétanos proprement dit avec rigidité persistante; elle se confond pour ainsi dire avec celle provoquée par la vératrine, mais avec cette différence que dans ce dernier cas il n'y a jamais de secousses fibrillaires à la période d'excitation et que le cœur se paralyse beaucoup plus rapidement que les muscles eux-mêmes. De plus, il est à remarquer que le pyrèthre n'est pour ainsi dire pas toxique pour les animaux à sang chaud, alors que la strychnine et la vératrine le sont à un degré élevé.

Nous avions insisté antérieurement sur l'action des pyréthrines sur les

muscles et montré que sous l'influence de ce poison, on obtenait chez la grenouille des modifications de la courbe de contraction musculaire analogues à celles que provoque la vératrine chez le même animal, c'est-à-dire une augmentation de la puissance de la contraction musculaire, puis, une décontraction lente avec relâchement incomplet, s'opérant en plusieurs temps, avec plateaux successifs. Lorsque l'intoxication s'est établie, on voit s'établir de la paralysie et alors seulement le tracé musculaire se rapproche de la normale.

Voulant nous rendre compte du mécanisme de ce phénomène, nous avons recherché les modifications de la chronaxie nerveuse et musculaire chez la grenouille pendant l'intoxication, et nous avons pu constater que la chronaxie nerveuse n'était pour ainsi dire pas modifiée, tandis que la chronaxie musculaire était progressivement augmentée de 1 à 3 et même parfois de 1 à 4, et cela, qu'on opère sur l'animal intact ou sur des muscles isolés et mis en contact avec une solution très diluée de pyréthrines. Il est remarquable de constater que dans ce cas la curarisation se produit par un mécanisme inverse de celui de la vératrine, alors que les modifications paraissent être les mêmes sur le sarcoplasme; on sait, en effet, que dans cette intoxication, la chronaxie du muscle ne varie pour ainsi dire pas, alors que celle du nerf augmente au contraire beaucoup.

Il faut également signaler que les modifications de la chronaxie musculaire se font sentir beaucoup plus et beaucoup plus rapidement sur les muscles à contraction lente, sur le muscle du pied de l'escargot par exemple.

Lorsque les muscles sont immergés pendant un certain temps dans une solution isotonique renfermant des pyréthrines, ils se gonflent, prennent un aspect particulier, nacré et deviennent inexcitables.

Les pyréthrines possèdent non seulement une action toxique sur les muscles, mais aussi sur les centres nerveux qui sont bientôt paralysés après une période d'hyperexcitabilité.

C'est ainsi qu'au début de l'intoxication, la moelle n'a pas besoin d'une sommation et répond à une excitation unique, alors que plus tardivement elle devient totalement inexcitable.

HISTIOGENÈSE. — *Sur la genèse de la trame fibroïde du tissu de cicatrice dans les suppurations expérimentales du conjonctif sous-cutané.* Note de MM. **E. Grynfeltt** et **H.-J. Guibert**, présentée par M. Henneguy.

Nous rapportons dans cette Note le résultat de nos observations sur la genèse de la trame fibroïde des cicatrices dans les suppurations du tissu conjonctif sous-cutané.

Nous avons réalisé des abcès en injectant chez des Cobayes, dans l'hypoderme de la face interne de la cuisse, un demi-centimètre cube d'une culture atténuée de staphylocoque doré. La lésion évolue en général assez rapidement. Le pus est collecté au bout de 2 à 3 jours. Il est rare que l'ouverture de la collection se fasse spontanément. En général, l'animal déchire sa poche en se grattant, du 3ᵉ au 9ᵉ jour. Il en résulte une ulcération arrondie qui peut atteindre 2^{cm} de diamètre. Ses bords décollés tendent à se rapprocher rapidement, tandis que le fond de la plaie est le siège d'un bourgeonnement intense. La cicatrisation s'achève du 8ᵉ au 15ᵉ jour.

Dès que l'abcès est collecté et que la masse purulente cesse de s'étendre, l'examen histologique de la lésion montre que les *histiocytes* se sont accumulés en grand nombre autour de la masse nécrotique centrale. Ils s'y présentent sous formes de *cellules lymphocytiformes* de Renaut et de Dubreuil ou *petites cellules migratrices amiboïdes* de Maximow. Tandis que certains s'enfoncent dans le détritus pyocytaire et y jouent le rôle très actif de pyomacrophages, nombre d'entre eux, à la périphérie du pus, restent dans ce que les auteurs appellent le tissu de granulation. Ils s'y ramifient et se transforment progressivement en éléments du type des *cellules migratrices au repos* de Maximow ou *cellulles clasmatocytiformes* de Renaut et Dubreuil. Celles-ci ne tardent pas à s'unir par leurs prolongements et à former un réseau qui représente l'élément caractéristique de la partie la plus interne de la paroi de l'abcès, c'est-à-dire de la « membrane pyogénique » des classiques. C'est ce réseau histiocytaire qui, par l'arrivée incessante de nouvelles recrues, gagne peu à peu la partie centrale de la cavité, pour la combler au fur et à mesure que le pus se résorbe ou qu'il est évacué. Comme c'est à ce niveau que s'édifie en grande partie le dispositif fibrillaire du noyau cicatriciel, on peut donner le nom de *zone fibrogène* à cette partie profonde de la membrane pyogénique, par opposition à la *zone fibroïde* que forme la partie externe (improprement dénommée fibreuse) de cette dernière.

Dans la zone fibrogène, on peut distinguer deux couches :

1° La plus interne est caractérisée par la fusion des histiocytes clasmatocytiformes en un réseau protoplasmique continu : c'est la *couche symplastique*. A ce niveau, une fois les fusions cellulaires opérées, les prolongements dits « cinoplasmiques » (Renaut) s'aplatissent, deviennent de plus en plus hyalins et se différencient en exoplasmes, bien distincts des endoplasmes granuleux. En maints endroits ces exoplasmes, constituant un vrai « symplasme hyalin », acquièrent rapidement les propriétés cyto-chimiques du précollagène (colorations électives au picro-noir naphtol et à la picrofuchsine).

2° En dehors, le symplasme représente un stade plus évolué de la fibrinogenèse. On y distingue déjà, dans les travées du précollagène, quelques *fibrilles collagènes*, d'aspect *tramulaire*, au sens de Renaut. C'est ce que nous appelons la *couche tramulaire* de la zone fibrinogène. Le symplasme est ici plus serré. Mais au lieu de présenter un système feuilleté, à lamelles continues (comme dans le sous-cutané normal), il prend un aspect plutôt « aréolaire », car les travées aplaties de précollagène n'ont aucune tendance à s'étaler largement et à se fusionner en membranes continues, comme au cours de l'histogenèse embryonnaire normale du tissu lamineux, ainsi que l'a démontré Laguesse.

Avec les progrès du développement, la tramule collagène devient de plus en plus dense et la couche tramulaire revêt l'aspect caractéristique de la zone fibroïde qui s'accroît ainsi dans la profondeur à ses dépens. A ce niveau les fibrilles tramulaires foisonnent, dessinant des ondulations élégantes et serrées, mais sans former de vrais « faisceaux conjonctifs » bien individualisés, tels qu'on les voit dans le tissu fibreux (aponévroses, tendons).

En résumé, ce sont les histiocytes qui apparaissent comme les agents actifs de la formation du tissu de cicatrice. A ce point de vue particulier, nos observations confirment les données générales de nos devanciers, de Renaut et Dubreuil notamment. Nous les avons vu édifier un vrai *symplasme hyalin* (dans la couche dite tissu de granulation) au sein duquel apparaissent les éléments fibrillaires de la trame collagène, suivant un processus qui offre de grandes analogies avec celui que Laguesse a décrit au cours de l'histogenèse normale du tissu conjonctif sous-cutané.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du thorium X sur la laccase.* Note de M. **Alfred Maubert**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons entrepris l'étude de l'action des substances radioactives sur l'activité des oxydases.

Dans la présente Note nous nous proposons de donner les résultats que nous avons obtenus en faisant agir le bromure de thorium X sur la laccase contenue dans des macérations glycérinées de champignons appartenant au genre *Russule*, cette laccase agissant elle-même sur une solution aqueuse de gaïacol.

Nous avons mis en évidence la présence d'une laccase active dans les macérations glycérinées dont nous disposions en employant la technique indiquée par Gabriel Bertrand pour la recherche exacte des oxydases [1].

Dans des expériences préliminaires nous avons d'abord déterminé les conditions les plus favorables de concentration en gaïacol et laccase pour obtenir une teinte en tétragaïacoquinone très nette au bout d'un temps relativement court, 30 minutes, à la température de 37°C. Voici les proportions des éléments que nous avons retenues pour nos expériences :

	cm³
Macération glycérinée (laccase)	0,5
Eau gaïacolée à 1 pour 100	20
Eau distillée, q. s. pour volume total de	50

Ce mélange placé dans des ballons ouverts au bain-marie à 37° pendant 30 minutes donne une teinte acajou de gaïacoquinone comparable au colorimètre à la teinte d'un même volume de solution N/200 d'iode. Nous avons établi cette comparaison afin d'avoir une teinte type à laquelle nous référer pour nos essais qualitatifs, et ensuite afin de pouvoir effectuer par la suite des dosages colorimétriques de gaïacoquinone suivant la méthode indiquée par P. Fleury [2].

Dans nos expériences nous avons fait agir le thorium X sur le mélange laccase et eau gaïacolée à des doses comprises entre $\frac{1}{10}$ de microgramme et 156 microgrammes pour un volume total de 50cm³.

Ces expériences étaient effectuées parallèlement à une série d'essais dans lesquels nous faisions agir, au lieu de thorium X, du bromure de baryum

(1) G. Bertrand, *Ann. Inst. Past.*, 26, 1912, p. 852; aussi G. Bertrand et Thomas, *Manipulations de Chimie biologique*, Paris, p. 344, § 443.

(2) P. Fleury, *Recherches sur la laccase* (*Bulletin de la Société de Chimie biologique*, 6, 1924, p. 436).

pur à doses égales à celles expérimentées de thorium X, afin d'éliminer l'action possible sur la laccase du bromure de baryum toujours présent dans nos préparations de thorium X à la dose de 1 microgramme de thorium X employé.

D'autre part nous avons également étudié l'action du thorium X sur l'eau gaïacolée à 1 pour 100 afin de nous rendre compte de son action oxydante possible sur le gaïacol aux doses comprises entre $\frac{1}{10}$ de microgramme et 400 microgrammes.

Les tableaux suivants résument nos expériences et présentent les résultats obtenus :

Expériences témoins.

	N° 1.	N° 2 (laccase bouillie).	N° 3 (gaïacol seul).
Macération glycérinée (en cm^3)....	0,5	0,5	0
Eau gaïacolée à 1 pour 100 (en cm^3).	20	20	20
Eau distillée (q. s. pour un volume total de 50^{cm^3})................	50	50	50

Résultat. — Dans le ballon n° 1 en 30 minutes à 37° au bain-marie, on obtient une coloration acajou de gaïacoquinone comparable à celle d'un même volume de solution N/200 d'iode.

Dans les ballons nos 2 et 3, le mélange reste *incolore*.

En faisant agir dans les mêmes conditions soit le bromure de thorium X seul, soit le bromure de baryum seul, aux doses comprises entre $\frac{1}{10}$ de microgramme et 400 microgrammes sur l'eau gaïacolée à 1 pour 100, les résultats obtenus ont tous été négatifs, montrant que ni le bromure de thorium X ni le bromure de baryum n'exercent d'action oxydante sur l'eau gaïacolée à 1 pour 100 dans les conditions de nos essais.

Voici maintenant les résultats obtenus en faisant agir le *thorium* sur le mélange (eau gaïacolée-laccase), en présence des témoins précédents. Nous désignerons la teinte normale par la notation N/200.

Expérience n° 1.

Macération globale en cm^3....	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Eau gaïacolée à 1 °/0 en cm^3...	20	20	20	20	20
Thorium X en microgrammes..	0,1	1	10	20	156
Eau distillée : q. s. pour un volume total de............	50	50	50	50	50
Résultats :					
Teinte obtenue en 30 minutes à 37° C....................	1N/200	1N/200	presque nulle, jaune très faible	nulle	nulle

Dans une autre série d'expériences, nous avons dosé colorimétriquement la gaïacoquinone formée. Voici les résultats moyens de quatre séries d'essais après 3 heures de séjour à 37° C. :

Expérience n° 2.

	Témoin.							
Thorium X en microgrammes...	0	1	2,5	5	10	20	50	111,5
Gaïacoquinone formée en milligrammes : cm³ °/₀ du mélange.	3,1	4,65	4,0	3,1	1,0	0	0	0

De plus, cette série d'expériences a été conservée à la température du laboratoire pendant 50 jours et aucune teinte ne s'est développée dans les ballons contenant plus de 10 microgrammes de thorium X.

Conclusions. — Dans les conditions expérimentales précédentes le thorium X, aux doses comprises entre 1 et 5 microgrammes, provoque une activation de la laccase. Aux doses supérieures à 10 microgrammes, on observe une inactivation totale du ferment.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Action stérilisante du bismuth dans la syphilis.* Note [1] de M. G. **Levaditi**, présentée par M. Roux.

Le traitement bismuthique, appliqué à la syphilis expérimentale du lapin, détermine la disparition rapide des tréponèmes au niveau du syphilome et une prompte cicatrisation des lésions (Sazerac et Levaditi). S'agit-il d'une véritable stérilisation de l'infection syphilitique généralisée, ou bien le bismuth, malgré son action sur les spirochètes des manifestations spécifiques externes, laisse-t-il intact le virus logé dans certains organes, en particulier dans les ganglions lymphatiques? Afin de résoudre ce problème, nous avons éprouvé la virulence des ganglions poplités provenant d'animaux syphilisés, soumis à la bismuthothérapie (Bi seul, ou associé à As). On sait, en effet, que ces ganglions sont presque constamment virulents [2] chez les lapins inoculés avec le virus de Truffi (Ossola, Truffi, Brown et Pearce, Kolle, Uhlenhuth, etc.); continuent-ils à l'être après l'administration de doses suffisantes d'un médicament spécifique ?

---

(1) Séance du 14 mars 1927.

(2) D'après des recherches faites en collaboration avec Mlle Schoen, la virulence des ganglions contraste avec l'absence de spirochètes visibles à l'ultramicroscope ou sur coupes.

Nos expériences, faites en collaboration avec MM. Nicolau et Sanchis-Bayarri, sont au nombre de 9. Des lapins porteurs de gros chancres scrotaux (virus de Truffi) ont été traités soit avec le *trépol* (0^g,1 par kilogramme; 5 expériences), soit avec le *stovarsolate de bismuth* (0^g,2 par kilogramme et *per os*; 2 expériences), soit, à titre de contrôle, avec le *novarsénobenzol* (0^g,05 par kilogramme intraveineux; 2 expériences). Les ganglions poplités ont été prélevés à des intervalles variables après l'administration de ces médicaments et greffés, par voie sous-crotale, à des lapins neufs. Dans quelques cas, nous avons étudié en même temps la virulence du chancre avant sa cicatrisation, en rapport avec l'état où se trouvaient les spirochètes qu'il contenait (imprégnation argentique).

1. *Bismuth.* — Les ganglions ont été prélevés (parfois, chez le même lapin, à deux reprises) 5, 18, 47, 57, 67 et 88 jours après l'injection bismuthique, soit pendant l'involution du chancre et longtemps après sa cicatrisation; les syphilomes ont été examinés 5 à 8 jours après l'injection médicamenteuse.

Résultats. — Sur 20 inoculations de ganglions et plusieurs greffes de chancre, *deux* seulement ont été suivies de résultats positifs; il s'agit, en l'espèce d'un syphilome prélevé 5 jours après l'administration du Bi, et d'un ganglion examiné 18 jours après le début du traitement. *La stérilité des ganglions s'est donc manifestée dans* 95 *pour* 100 *des cas.*

2. *Stovarsolate de bismuth* per os. — Les ganglions et les syphilomes ont été excisés 5 et 8 jours après l'ingestion de ce dérivé; ils se sont montrés dépourvus de virulence.

3. *Novarsénobenzol.* — Examens pratiqués 5 et 8 jours après l'injection intraveineuse. Même résultat.

Ajoutons que le temps d'observation des animaux inoculés a été de 3 à 4 mois.

Conclusions. — 1° Dans la très grande majorité des cas, les ganglions poplités des animaux porteurs de chancres syphilitiques et soumis à un traitement bismuthique ou bismutho-arsenical suffisant, sont dépourvus de virulence, alors que les mêmes ganglions provenant de lapins infectés, mais non traités, sont, pour ainsi dire, constamment virulents. Il en résulte que le *bismuth seul, ou associé à l'arsenic, agit non seulement sur les tréponèmes des accidents spécifiques accessibles, mais encore sur le virus logé dans l'intimité des tissus, en particulier dans les ganglions lymphatiques. Son action curative est donc profonde, puisque, selon toute vraisemblance, elle entraîne chez le lapin une stérilisation totale de l'organisme.*

2° La disparition des spirochètes constatée à l'examen ultramicroscopique des syphilomes traités, ne traduit pas toujours une destruction totale des parasites décelables sur coupes imprégnées à l'argent (méthodes de

Levaditi et de Strempel-Armuzzi). Certains chancres peuvent, en effet, contenir un assez grand nombre de spirochètes argentophiles, d'aspect normal, ou en voie d'involution intracellulaire, alors que l'examen à l'ultramicroscope, pratiqué à plusieurs reprises, fournit des résultats négatifs ([1]).

3° Malgré la présence de spirochètes visibles sur coupes, les syphilomes des animaux traités sont, en général, totalement dépourvus de virulence.

Nos résultats sont conformes à ceux rapportés récemment par Uhlenhuth et Grossmann ([2]) et viennent à l'encontre de l'affirmation de Kolle, d'après laquelle le bismuth ne détruirait pas le tréponème, mais empêcherait tout simplement sa multiplication.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sur une méthode d'immunisation par résorption lente d'antigènes virulents.* Note ([3]) de M. **E. Ducloux** et de Mlle **G. Cordier**, présentée par M. E. Leclainche.

Nous savons que l'immunité active est le résultat de l'introduction d'un produit, représentant, à des degrés divers, un stade d'atténuation d'un germe pathogène ou la pénétration d'une quantité microbienne virulente inférieure au minimum mortel. La vaccination, basée sur ce principe, trouve surtout son application dans la lutte contre les infections à marche rapide. Il était donc intéressant de rechercher, dans le cas de ces infections, la possibilité de constituer une sorte de réserve de virus actif, au sein même de l'individu réceptif, à condition que cette réserve lui fournît lentement des quantités de virus telles que leur somme, de pathogène qu'elle eût été à action globale, ne fût plus qu'un total d'actions vaccinantes, échelonnées sur un espace de temps plus ou moins long. De cette résorption devait découler l'état d'immunité, d'autant plus solide que la durée d'action du virus aurait été plus grande.

Vallée ([4]) avait déjà utilisé un excipient irrésorbable dans le cas d'un microbe à action non immédiate : le bacille tuberculeux. Nous attachant à l'étude de l'agent du choléra aviaire, de la bactéridie charbonneuse qui tuent en quelques heures les animaux d'expérience à doses infimes, nous

---

([1]) Cf. Levaditi et Twort, *C. R. Soc. Biol.*, 69, 1910, p. 633.

([2]) Uhlenhuth et Grossmann, *Klin. Woch.*, 6, vii, 1927, p. 292.

([3]) Séance du 14 mars 1927.

([4]) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 152.

avons cherché l'effet de l'inoculation de chacun de ces virus incorporés dans différents milieux lentement résorbables.

Des recherches analogues ont été entreprises simultanément avec le virus claveleux. Des essais tentés avec l'huile d'olive, l'huile d'amandes douces, ont été inconstants, soit que la résorption trop rapide entraînât la mort, soit que la résorption lente eût pour résultat de modifier le caractère d'action de la culture, en l'atténuant par exemple au delà du degré vaccinal. Léon Binet et Paul Fleury (¹) ont d'ailleurs montré que l'huile (olive, ricin, arachide), injectée dans le tissu sous-cutané, subissait des modifications chimiques, notamment une augmentation considérable de l'acidité. Il est donc loisible de supposer que ces changements influent sur les propriétés virulentes des cultures qu'enrobent ces milieux; d'où l'inconstance de leur effet.

L'huile de vaseline pure, à réaction neutre, s'est montrée par contre très régulière dans nos essais, ce qui nous a permis de réaliser un moyen de vaccination dans l'étude des trois germes précédemment cités. Après deux et même trois mois de préparation, les résultats ont été identiques à ceux enregistrés avec le mélange utilisé extemporanément. Voici un aperçu résumé de quelques-unes de nos expériences :

I. *Choléra aviaire.* — Nous avons utilisé une souche récoltée au cours d'une épizootie (hémoculture et culture de moelle osseuse) qui tue les animaux de laboratoire, à la dose de $\frac{1}{70000}$ de centimètre cube en moins de 24 heures pour les volailles et en 24 à 48 heures à la dose de $\frac{1}{1750}$ de centimètre cube pour les cobayes. Ces cultures sont toujours repiquées en bouillon ordinaire, et incorporées après 24-48 heures, à l'huile de vaseline, dans des proportions qui varient depuis $\frac{1}{175}$ de centimètre cube pour $\frac{1}{4}$ de centimètre cube d'excipient à $\frac{1}{350}$, $\frac{1}{700}$, $\frac{1}{1750}$ et $\frac{1}{3500}$ de centimètre cube pour la même quantité : $\frac{1}{4}$ de centimètre cube d'huile de vaseline. Aux doses de $\frac{1}{175}$, $\frac{1}{350}$ de centimètre cube, les cobayes meurent presque tous, rarement après 48 heures, plus généralement après 4, 5 et même 7 jours. A la dose de $\frac{1}{700}$ de centimètre cube, plus de la moitié des lots résiste avec indurations assez marquées et persistant de 3 à 4 semaines, avec régression et formation, d'un petit abcès quelquefois. (Le pus de cet abcès contient le germe du choléra.) A partir du $\frac{1}{1750}$ de centimètre cube, la résistance est totale. Ces animaux éprouvés quatre semaines après supportent, sans autre réaction qu'une petite induration locale, l'inoculation de $\frac{1}{175}$ de centimètre cube de

(¹) *C. R. Soc. Biol.*, 93, 1925, p. 1076.

culture virulente, qui tue régulièrement le témoin en 20-24 heures. Lors d'une contre-épreuve réalisée en période forte de réaction vaccinale, deux animaux sur six sont morts, avec néanmoins 10 jours de retard sur les témoins. Les mêmes expériences répétées sur les volailles, exigent, étant donnée leur extrême sensibilité, des doses beaucoup plus faibles. Sur des animaux indigènes de 3 à 4 mois, la dose inoculée ne peut excéder $\frac{1}{21000}$ de centimètre cube dans $\frac{1}{4}$ de centimètre cube d'huile de vaseline. A ce taux, il est possible d'immuniser ces animaux contre 25 doses mortelles de virus.

II. *Bactéridie charbonneuse.* — La majeure partie de nos expériences porte sur l'emploi de notre deuxième vaccin qui, employé d'emblée, tue le cobaye en 3-4 jours, dans la proportion de 4 sur 5 à $\frac{1}{10}$ de centimètre cube par voie sous-cutanée. Ce même vaccin incorporé au $\frac{1}{3}$ à l'huile de vaseline peut être inoculé à raison de $\frac{1}{10}$ de centimètre cube sans autre préjudice qu'une induration locale. Éprouvés 15 jours après au $\frac{1}{17500}$ de centimètre cube de culture virulente en bouillon de 24 heures, qui tue le témoin régulièrement en 28-48 heures, ces cobayes résistent tous.

III. *Virus claveleux.* — Ce virus, inoculé à raison de $\frac{1}{35}$ de centimètre cube sous la peau du mouton, provoque une pustule claveleuse.

La même dose incorporée à $\frac{1}{4}$ de centimètre cube d'huile de vaseline et inoculée aux ovins (indigène, croisé-mérinos, sarde) détermine une simple induration sous-dermique, variant du volume d'une lentille à celui d'une noisette, sans rougeur. A dose double, la réaction est parfois forte et peut se rapprocher de la pustule expérimentale. Plus de cinquante animaux ont été immunisés par le procédé au $\frac{1}{35}$ de centimètre cube en milieu huile-vaseline, comme nous avons pu le constater 10 à 12 jours après, par piqûres multiples. Tandis que nous suivions l'évolution de la pustule classique sur les témoins, nous n'enregistrions aucune réaction ou seulement un épaississement très léger de la peau sur les vaccinés.

La séance est levée à 16h.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 10 janvier 1927.)

Note de M. *R. Mazet*, Sur l'écoulement à travers un orifice circulaire :

Page 74, ligne 8 en remontant, *au lieu de* $y\tau^2$, *lire* $g\tau^2$.

(Séance du 14 mars 1927.)

Note de M. *V. Nechvile*, Sur les courants d'étoiles et sur l'apex solaire :

Page 672, note (1), *au lieu de* 4 janvier, *lire* 7 mars.
Page 673, Tableau, Région n° 19, 3e colonne, *au lieu de* $-1,88$, *lire* $+1,88$.

Note de M. *N. Maxim*, Action des dérivés organomagnésiens sur les N-tétréthylphtalamides :

Page 690, ligne 3, *au lieu de* 226°, *lire* 260°; ligne 4, *au lieu de* le cas des, *lire* le cas de la ; ligne 6, *au lieu de*

$$C^2H^5-CO-C^6H^4-CO-K(C^2H^5)^2,$$

lire

$$C^2H^5-CO-C^6H^4-CO-N(C^2H^5)^2.$$